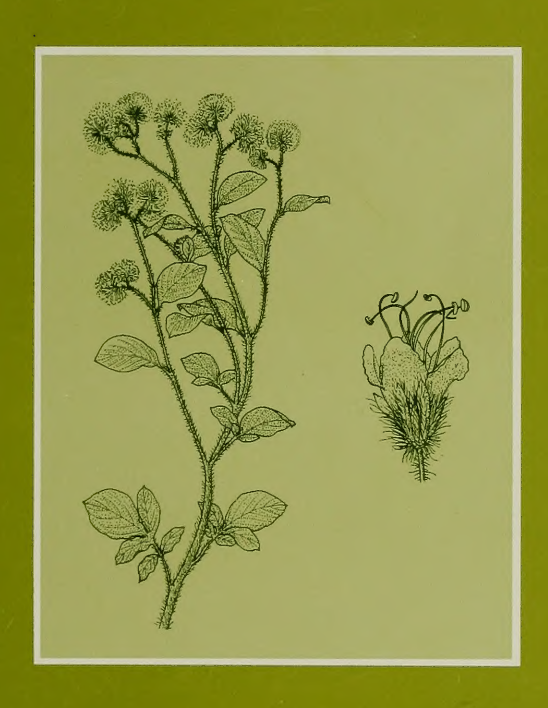
ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 57 NUMERO 1 2000

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD BOTANICA DE CHILE

GAYANA BOTANICA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRAFICAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CHILE

La revista Gayana Botánica, dedicada al naturalista francés Claudio Gay (1800-1873), es el órgano oficial de Ediciones de la Universidad de Concepción, Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en las áreas de la botánica. Su aparición es periódica, de un volumen anual compuesto por dos números. La revista recibe trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, elaborados según las normas establecidas para los autores. La recepción es permanente. Acepta trabajos escritos en español e inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al editor. Gayana Botánica recibe, además, libros para ser comentados y publica sin costo, luego de ser aceptados por el Comité Editor, comentarios de libros, comunicaciones de eventos científicos y obituarios.

Para las instrucciones a los autores ver reglamento en última página.

Acredited with the International Association for Plant Taxonomy for the porpouse of registration of new names of vascular plant and fungi.

Indexada en: Biological Abstracts (BIOSIS, Philadelphia); CSA Biological Science (Cambridge Scientific Abstract); Kew Records (London); Botanico-Periodicum-Huntianum (Pittsburgh); Index to American Botanical Literature (Brittonia, New York); Current Advances in Plant Science (Amsterdam).

Subscripción anual: US$ 23.60 (dos volúmenes al año).

Homepage: http://www.udec.cl/~natur1/botanica/gayana/gayanbot.html

Diseño y Diagramación
Maité Núñez R.

Editor Jefe
Roberto Rodríguez Ríos
Universidad de Concepción
Casilla 160 - C
Concepción, Chile
E-mail: rrodrigu@udec.cl

ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 57 NUMERO 1 2000

CONTENTS

INVITED ARTICLE

Körner, Ch. The alpine life zone under global change 1

ARTICLES

Rivera, P. Bibliographic index on diatoms (Bacillariophyceae) from Chile 19

Pereira, I.; G. Reyes & V. Kramm. Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae and Charophyceae in chilean rice paddies 29

Muñoz, M. Novelties in the Alstroemeriaceae family 55

Watson, J.M. & A.R. Flores. Two new subspecies of *Tropaeolum* (Tropaeolaceae) from the IV Region (Coquimbo), Chile 61

Gómez-Sosa, E. Species of *Crotalaria* (Leguminosae-Crotalarieae) from Argentina: new reports, descriptions and key 67

Cavieres, L.A. Morphological variation of *Phacelia secunda* J.F.Gmel. (Hydrophyllaceae) along an altitudinal gradient in central Chile 89

SHORT COMMUNICATIONS

Faúndez, L. & J.H. Macaya. New records for the flora of Chile: *Magallana porifolia* Cav., *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg. and *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub 97

Rodríguez, R.; A. Urbina & S. Valenzuela. Anatomical studies in *Pinguicula chilensis* Clos (Lentibulariaceae) 101

Baeza, C.M.; J. Grau, E. Vosyka, T.F. Stuessy & H. Weiss. Chromosomal reports of *Hypochaeris* L. (Asteraceae) species from Chile 105

CHILEAN BIOLOGICAL FLORA

N°1: Marticorena, A.E. & L.A. Cavieres. *Acaena magellanica* (Lam.) Vahl (Rosaceae) 107

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 57 NUMERO 1 2000

CONTENIDO

ARTICULO INVITADO

Körner, Ch. El cambio global y los ecosistemas de alta montaña 1

ARTICULOS

Rivera, P. Indice bibliográfico de las diatomeas (Bacillariophyceae) de Chile 19

Pereira, I.; G. Reyes y V. Kramm. Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae y Charophyceae en arrozales de Chile 29

Muñoz, M. Novedades en la familia Alstroemeriaceae 55

Watson, J.M. y A.R. Flores. Dos nuevas subespecies de *Tropaeolum* (Tropaeolaceae) de la IV Región (Coquimbo) de Chile 61

Gómez-Sosa, E. Las especies argentinas de *Crotalaria* (Leguminosae - Crotalarieae): novedades, descripciones y clave 67

Cavieres, L.A. Variación morfológica de *Phacelia secunda* J.F. Gmel. (Hydrophyllaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en Chile central 89

COMUNICACIONES BREVES

Faúndez, L. y J.H. Macaya. Nuevos registros para la flora de Chile: *Magallana porifolia* Cav. (Tropaeolaceae), *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg. y *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub (Alliaceae) 97

Rodríguez, R.; A. Urbina y S. Valenzuela. Estudios anatómicos en *Pinguicula chilensis* Clos (Lentibulariaceae) 101

Baeza, C.M.; J. Grau, E. Vosyka, T.F. Stuessy y H. Weiss. Recuentos cromosómicos en especies de *Hypochaeris* L. (Asteraceae) de Chile 105

FLORA BIOLOGICA DE CHILE

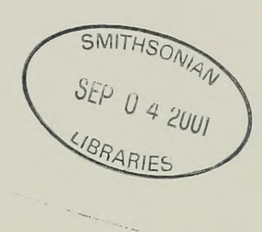
N°1: Marticorena, A.E. y L.A. Cavieres. *Acaena magellanica* (Lam.) Vahl (Rosaceae) 107

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

"Los infinitos seres naturales no podrán perfectamente conocerse sino luego que los sabios del país hagan un especial estudio de ellos"

CLAUDIO GAY, Hist. de Chile, Zool. 1:14 (1847)

PORTADA: *Phacelia secunda* J.F. Gmelin.
ver Fig. 1, pág. 91



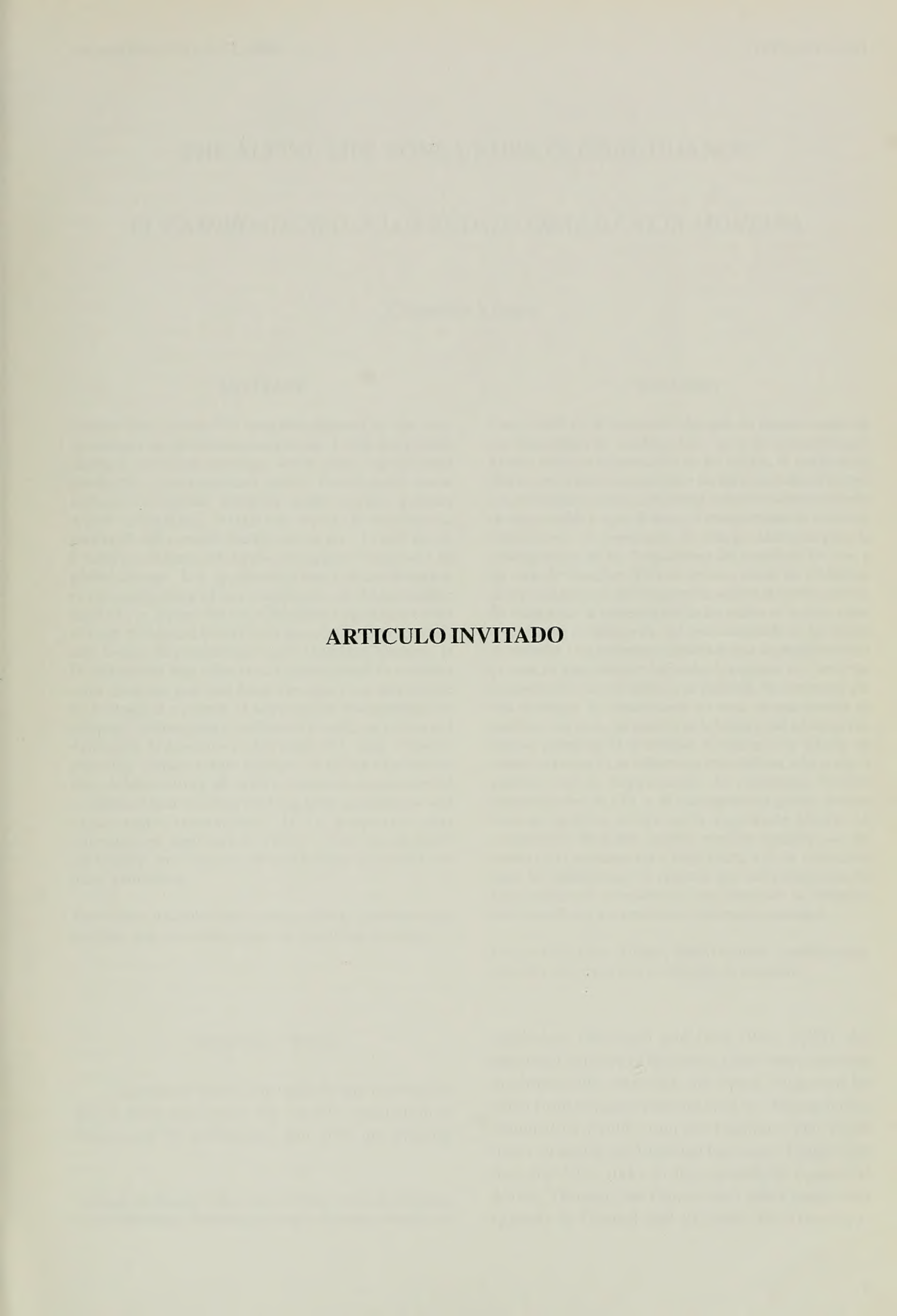
Nota del Editor

La Revista Gayana Botánica fue creada en 1961 como el órgano oficial de Ediciones de la Universidad de Concepción, Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en las áreas de la Botánica. En sus inicios aparecieron trabajos monográficos sobre morfología y taxonomía producidos por los académicos de la universidad, mas en el transcurso de los años y como consecuencia de su canje internacional, se transformó en una revista de gran prestigio debido al interés de la comunidad científica nacional y del extranjero por publicar en esta revista sus resultados.

En 1985 Gayana Botánica cambió su formato, de acuerdo a las normas de publicaciones periódicas internacionales, con un comité editorial que arbitraban los manuscritos, constituyéndose el principal medio de comunicación de la biología vegetal existente en el país.

Hoy, a la entrada del tercer milenio, Gayana Botánica en su volumen 57 tiene una nueva presentación, por un lado, en su contenido que trae las secciones: Artículo invitado, Artículos, Comunicaciones breves y Flora biológica de Chile, y además, ha sido aceptada por la comunidad científica nacional como el Organo Oficial de la Sociedad Botánica de Chile.

Esta revista se terminó de imprimir
en los talleres de Impresos Andalién
Concepción, Chile,
en el mes de Octubre de 2000,
el que sólo actúa como impresora
para Ediciones Universidad de Concepción



ARTICULO INVITADO

ISSN 0016-5301

THE ALPINE LIFE ZONE UNDER GLOBAL CHANGE

EL CAMBIO GLOBAL Y LOS ECOSISTEMAS DE ALTA MONTAÑA

Christian Körner*

ABSTRACT

Nearly forty percent of mankind depend in one way or another on mountain ecosystems. Local ecosystem services are slope stability, water yield, agricultural products or recreational value. Continental scale influences include drinking water supply, ground water recharging, irrigation water, hydroelectric power, flood control, traffic routes etc. In this paper I review evidence of alpine ecosystem responses to global change. It is emphasized that soil conservation is the centerpiece of any consideration of sustainable land use in alpine terrain. Complete vegetation cover of high biological diversity is essential to protect soils and secure 'ecosystem services' in upland systems. It is illustrated that this is not necessarily in conflict with land use and that land use may even contribute to biological richness if appropriate management is adopted. Atmospheric influences such as increased nitrogen deposition, elevated CO_2 and climate warming induce subtle changes in alpine vegetation, the understanding of which requires experimental concepts which account for long term acclimation and organismic interaction. It is proposed that comparative approaches which cover interspecific variability and natural environmental gradients are most promising.

KEYWORDS: Altitude, biodiversity, climate, conservation, grazing, high elevation, land use, mountain ecology.

RESUMEN

Casi el 40% de la humanidad depende de alguna manera de los ecosistemas de montaña. Los "servicios ecosistémicos" locales incluyen la protección de las laderas, el rendimiento hídrico, los productos agrícolas y las oportunidades de recreo. Las influencias a escala continental incluyen el abastecimiento de agua potable y agua de riego, el recargamiento de acuíferos subterráneos, la generación de energía hidroeléctrica, la amortiguación de las fluctuaciones del caudal de los ríos, y las rutas de transporte. En este artículo, reviso las evidencias de las respuestas de los ecosistemas alpinos al cambio global. Se recalca que la conservación de los suelos es la pieza clave en cualquier consideración del uso sustentable de las tierras de montaña. Una cobertura completa de una vegetación diversa es esencial para proteger los suelos y asegurar los "servicios ecosistémicos" en los sistemas de montaña. Se demuestra que esta estrategia de conservación no entra necesariamente en conflicto con el uso productivo de la tierra, y que tal uso puede incluso potenciar la diversidad biológica si se adopta un manejo adecuado. Las influencias atmosféricas, tales como el aumento en la depositación de nitrógeno, niveles incrementados de CO_2 y el calentamiento global, pueden inducir cambios sutiles en la vegetación alpina. La comprensión de dichos cambios requiere modelos que den cuenta de la aclimatación a largo plazo, y de la interacción entre los organismos. Se propone que son promisorias las aproximaciones comparativas que abarquen la variación interespecífica y los gradientes ambientales naturales.

PALABRAS CLAVES: Altitud, biodiversidad, conservación, pastoreo, uso de la tierra, ecología de montaña.

INTRODUCTION

Lowlands depend on uplands and thereby the life of forty percent of the world's population is influenced by mountains, and 10% are directly dependent (Messerli and Ives 1984, 1997). All advanced cultures of historical times were centered in climatically relatively dry areas, supported by water from remote mountain systems. Mesopotamia obtained its wealth from the Euphrates and Tigris rivers, draining the Anatolian highlands. Egypt's life line, the Nile, links to the uplands of equatorial Africa. Through the Ganges and other large river systems in Central and SE-Asia, the Himalayas

* Institute of Botany, University of Basel, Schönbeinstrasse 6, CH-4056 Basel, Switzerland. e-mail: ch.koerner@unibas.ch

supply India and south China. Modern societies, with an enormously increased human population, are even more dependent on such river systems and their recharging of ground water reservoirs. Also relatively "new" agro-technological developments in N-America, such as those in Arizona and California, are up to 100% dependent on the supply of irrigation water from mountains, in this case the Rocky Mountains and the Sierra Nevada of California. Most floods in lowlands have upland origins. The moisture storage capacity of uplands is a key factor in the rate of increase and height of floods. With altitudinally decreasing evapotranspiration and increasing precipitation, runoff can increase 5 to 10 fold as elevation increases from foothills to the upper alpine grassland belt (Fig. 1). This obviously calls for attention to steep alpine terrain and its soils in flood and land slide control.

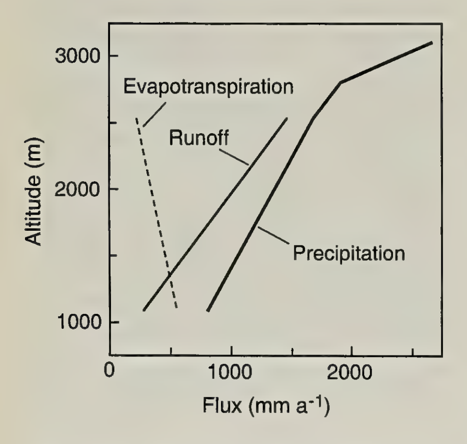


FIG. 1. One of the causes why alpine ecosystems are so fragile is the large surplus of water which passes through them in most places. The example shown here for the Alps is typical for many mountain systems. The combination of increasing precipitation and decreasing evapotranspiration cause large runoff, which requires stable soils and plant cover to resist erosion (from Körner *et al.* 1989b and Körner 1999).

With respect to direct local benefits, it is often overlooked that a substantial human population finds subsistence through mountain agriculture or -in modern times- tourism. These immediate benefits are essential to the welfare of countries like Austria, Switzerland or Nepal (e.g. Price 1997). Last but not least, mountain systems are barriers for transport, and the functioning of transport routes and corridors through the highlands is of great economic significance. The safety of these routs strongly depends on the stability of the upslope mountain terrain.

This review focusses on the alpine life zone, which is the region above the climatic high altitude treeline, irrespective of the actual presence of forest (Körner 1998). However many of the references and commentaries also relate to the treeline ecotone itself which is a zone of intensive land use in many parts of the world. Much of what is presented here is also relevant for man-made montane grassland which often replaces the montane forest.

For most people, including official land use statisticians, alpine vegetation ends where closed alpine grassland (mostly pastures) end. However, fragmented grasslands and open scree and fellfield vegetation reach much higher elevations. Biologically-rich plant communities are found at elevations substantially exceeding 4000-5000 m in the Himalayas and Andes and contribute to the overall consolidation of the high alpine landscape (e.g. Rawat and Pangtey 1987; Körner 1995, 1999). Most alpine plant species are long-lived and exhibit clonal growth, which makes them robust against disturbance and adverse seasons (Ram *et al.* 1988; Körner 1995). Root systems of native perennial alpine plants are more extensive than in lowland plants and tend to prevent soil and scree loosening and erosion (Körner *et al.*, 1989a). Massive below-ground structures are crucial for ecosystem functioning at high elevation (Fig. 2).

What ever happens to the highlands will affect the lowlands through their intimate functional link. Hence, intact and ecologically stable uplands are of general interest to human welfare. I use the term 'stable' in the sense of functional integrity, persistent vegetation cover, intact soil profiles and minimum erosion, hence 'stable' is not to be misinterpreted as 'frozen' in a certain stage of internal ecosystem dynamics.



FIG. 2. Strong below-ground plant structures secure soils on steep slopes (*Carex curvula*, Swiss Alps, 2500 m).

There are few simple ecological rules for the stability and the risk potential in alpine and mountainous regions and their forelands:

(1) Mountain ecosystems and their dependent foothills are only as stable as the high altitude slopes and their soils are.
(2) On slopes soils are only stable with a stable vegetation.
(3) The stability of the vegetation depends on the presence of slow growing, deep rooted plants, which develop complete ground cover.
(4) Soils, once destroyed, cannot be replaced or repaired within a reasonable time frame, because it may take thousands of years for a soil profile and its typical plant cover to develop. At low elevation, erosion control by technology may be possible but this approach often fails in steep terrain above the alpine treeline.

Thus, vegetation and soils at and above treeline play a key role for the stability of life conditions in the mountains, as well as for the safety of water supply, flood control, traffic routes and recreational value for human populations living in the foothill zone. Given these links, there should be a wide interest in the current and future status of high altitude ecosystems, remote from the large metropolitan areas as they might be. In this contribution I discuss some of the threats alpine vegetation is facing today and will most likely face in the near future. Since these problems are not localized, but global, they are adequately addressed as global change issues.

Global change in high mountains

Life conditions for plants have always been in a state of flux and always will be, everywhere on the globe. High elevation vegetation is no exception in this respect (Barry 1990). However, these natural changes are commonly rather slow and of a largely physical nature. The current man-induced changes are rather rapid, include chemical influences (CO_2, soluble N, acid rain) as well as land surface management, causing unprecedented impacts (Messerli and Ives 1984, 1997; Price 1995). Intensification or the rapid abandonment of land use near the treeline are the most immediate dangers, followed by potential consequences of altered atmospheric composition. Climatic changes exceeding those seen in the recent past (warming, more intense rain events, reduced snow cover) may also become critical in places.

As mentioned above, the centerpiece of any consideration of global change impacts on alpine ecosystems is the stability of alpine soils. A persistent ground cover with intact root systems is thus the criterion by which the risk of all anthropogenic influences on high elevation ecosystems is to be rated. Below I will present a brief account of important global change risks for the alpine life zone.

Which global changes are most critical? Political discussions often center around those which are less critical, with distant causes, hence calling for little local action. Among those global threats, I will discuss consequences of air pollution by soluble nitrogen compounds and atmospheric CO_2 enrichment (both its direct effects on vegetation and indirect effects through possible climatic warming). However, I will first address the most critical global change component which has immediate and direct local influence, namely human land use at high elevations. No other component of global change has similar impact.

Alpine land use

The alpine zone may have been utilized by humans for as long as people lived in the foothills. Hunting and pasturing have influenced alpine vegetation for many thousands of years. "The man in the ice", a bronze age hunter or shepherd found with largely intact mountaineer outfit, released from retreating ice above 3000 m in the Central Alps of Tirol is a most obvious proof of man's active presence in alpine environments, long before mass tourism (Eijgenraam and Anderson 1991; Spindler *et al.* 1995; Bortenschlager and Oeggl 1998). Remarkably, this ancient Tirolian was found in an area where contemporary farmers still herd their flocks from the South across the glaciers to summer pastures in the North of the main divide.

It is safe to assume that all alpine vegetation has undergone some influence of anthropogenic land use, except perhaps the most extreme elevations and inaccessible rock terraces. Populations of wild herbivores have been reduced by hunting (in the case of ibex in the Alps in fact eliminated during the 19th century) and were gradually replaced by seasonal pasturing with domestic livestock. Traditional man-made alpine pasture land near treeline is common in all mountainous regions with permanent settlements (all over Eurasia, parts of S-America) but is absent in areas with historically predominant nomadic life style (N-America, Australia).

It is largely because of these pasture lands that the Alps, the Carpathians, the Caucasus, the Hindukush and Himalayas have been praised by travelers for their colorful alpine mats. These pastures, with their wooden fences and stone walls, dwellings and shrines, drainage and irrigation systems, specific soil dynamics and very special flora also represent a unique cultural heritage. Traditional, and thus commonly sustainable management, only exceptionally leads to erosion. These traditional forms of land use are currently disappearing. For three reasons, measures to secure sustainable agriculture in traditional alpine pasture land near treeline are highly recommendable in many parts of the world:

- conserve biologically highly diverse, stable and also attractive plant communities,
- maintain a healthy, unpolluted food source for future generations,
- retain a millenial cultural heritage.

In pastures near treeline things can go wrong in three ways: (1) uncontrolled, non-traditional (i.e. patchy) grazing causing spot-impact under otherwise low stocking rates, (2) stocking beyond carrying capacity or introduction of excessively heavy cattle or (3) sudden abandonment of pastures. All three may affect soils and induce erosion or irreversible changes in ecosystem structure, such as shrub invasion. Soil destablization after abandonment has

to do with sudden occlusion of drainage systems (over-saturation of soils), and with turf-erosion caused by creeping late winter snow, frozen to rank grass growth. The risky transition period, back to self-sustainable ground cover, may take at least half a century (Cernusca 1978), but sensitivity varies a lot with slope and vegetation type (Gigon 1983). After abandonment, shrub and tree invasions rapidly alter ecosystems properties which slowly developed over millennia of manual work. A future reversal of this succession will most likely be unaffordable, hence the loss may be practically irreversible.

Adequate grazing regimes in alpine grassland can substantially improve hydroelectric catchment value through ensuring a short, dense and mechanically robust, but also biologically very rich, alpine turf. According to measurements and calculations by Körner *et al.* (1989b) the added value of appropriate pasturing in terms of clean water yielding may be in the order of 150 \$ ha^{-1} f5 a^{-1} at current exchange rates. In contrast, inappropriate grazing in previously ungrazed, sensitive alpine vegetation negatively affects catchment value and enhances erosion (Costin 1958). This insight, i.e. the hydroelectric benefits of refraining from inadequate land use, contributed to the foundation of Kosciusko National Park in the Snowy Mountains of south-eastern Australia. The main impact of pasturing on alpine vegetation is caused by animal trampling rather than grazing as such. Late successional alpine turf with a dense root felt is rather robust, whereas low, prostrate dwarf shrub communities appear extremely sensitive in this respect (Körner 1980). The moister the soil, the steeper the slopes or the loser the substrate (e.g. volcanic ashes), the greater the vulnerability to trampling.

With adequate control, grazing may have no negative effects on alpine vegetation. In places, it may even improve local stability by favoring biological richness. Plant species richness generally tends to represent a sort of insurance for ecosystem integrity under stress or disturbance, because of the increased likelyhood of survival of some species or morphotypes (functional types) (Körner 1995). A recent study in the Swiss Alps revealed that 6 seasons of cattle exclosure (fence) from 'natural' alpine *Carex curvula* dominated grassland at 2500 m elevation (200-300 m above treeline) had unexpected negative effects: Total (life) above-ground phanerogam biomass at peak growing season (just before the first cattle visits), was reduced in the fenced area by one fifth (Fig. 3), and there were clear indications of reduced abundance of rare forbs (Fig. 4).

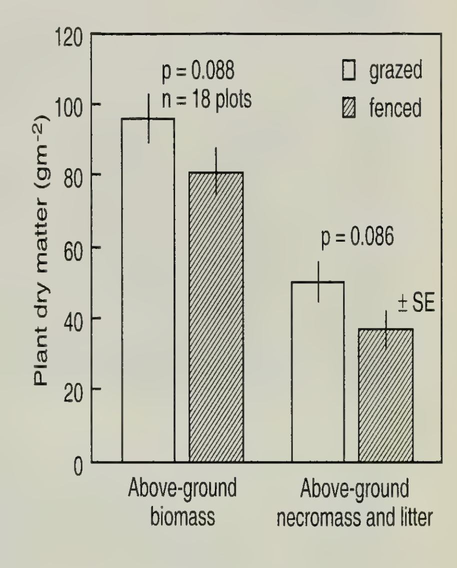


FIG. 3. Land use through grazing may impact alpine vegetation. However, adequate management of grazing may in fact have very positive effects on vigor, biodiversity and stability. Here an example for traditional, rather extensive midsummer cattle grazing. After 6 years of fencing a typical alpine grassland in the Swiss Alps at 2500 m altitude (300 m above treeline near Furka Pass), biomass and dead plant mass was reduced (unpublished data from S. Schneiter and Ch. Körner).

Hence, what is described in text books as one of the most typical, natural alpine grasslands, seems to benefit from sporadic cattle presence, both in terms of productivity and biodiversity. Dung deposition was found to create patch dynamics in this system with a statistical rotation time of ca. 50

years. On average 2% of the plant cover gets disturbed (largely killed) every year by dung deposits, but the surrounding vegetation gains in vigor. Overall the patch dynamics induced by dung deposition stimulates biological diversity. A positive biomass response to traditional alpine grazing was also observed in the Garhwal Himalaya (Sundriyal, 1992; Sundriyal and Joshi, 1992).

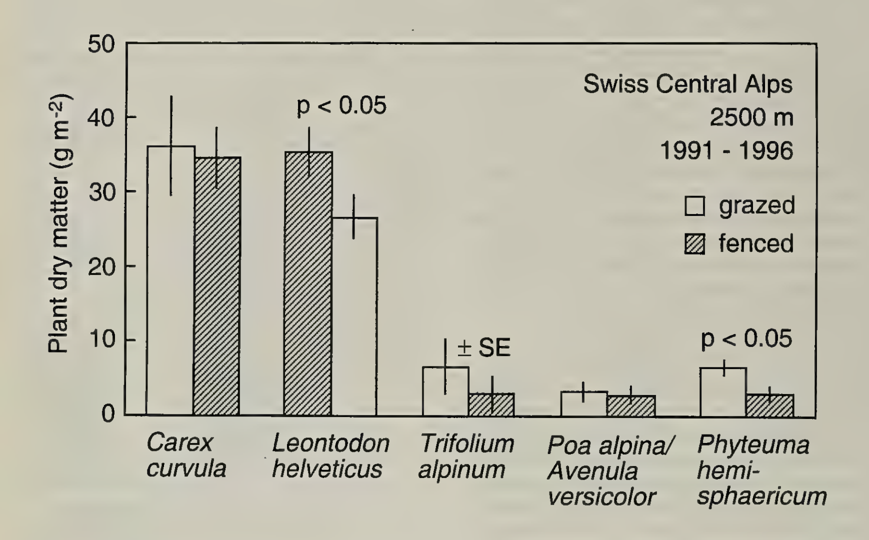


FIG. 4. Excluding moderate grazing in natural alpine grassland may cause biodiversity to drop. The abundance of some subdominant and rare species was reduced after six years of fencing (site and conditions as Fig. 2).

Ecologists should investigate and foster pasturing systems suitable for the lower alpine and upper montane zone, because choice of grazing regime makes a considerable difference for yield and pasture stability (Rikhari *et al.* 1992). The treeline ecotone is often the zone where pasturing is most intense, and where uncontrolled grazing in a laissez-faire mode can be disastrous. Without management (mobile fences, shepherds, salt provision sites), domestic animals tend to crowd in certain areas and stay away from others, causing patchy impact, which almost always leads to erosion. Herding corridors between pastures are the most vulnerable areas and need careful route selection and repair. Hence the question is not whether alpine pasturing is good or bad for alpine ecosystems, it is a question of how it is practiced. A good example is the study by Ram (1992), who showed that the timing of biomass removal (early versus late season) in Himalayan pastures at 3600 m elevation was more important for yield and plant recovery than the intensity of biomass removal. Burning of alpine grassland, as is practised in areas with tall, unpalatable tussock grasses (e.g. tropical Andes, equatorial Africa, Mexico, New Zealand), removes a lot of total plant matter per unit land area, but the amount of green leaves may not change in the short term (Hofstede *et al.* 1995; Fig. 5). In the long term repeated burning mobilizes ecosystem nutrient pools and induces nutrient losses through seepage and runoff. It further negatively affects hydrology as was demonstrated for high elevation snow tussock by Mark and Rowley (1976) and Mark *et al.* (1980).



Fig. 5. Alpine tall grasslands are often burned to improve pasture quality, but long-term effects on hydrology, nutrient availability and biodiversity are negative (Nevado de Toluca, Mexico, 4000 m).

As an example of high altitude pasture management which could clearly be improved I would like to comment on a situation I have seen in the Langtang area of Nepal, which may be typical for other areas as well (Fig. 6 left). Similar conditions can be found in the Andes (Fig. 6 right). From visual impression, current grazing land on former forest land in the upper montane zone is reduced by approximately one third of the total deforested area due to scrub invasion (e.g. by *Berberis*). The remaining inter-scrub space is overgrazed. Those often thorny shrubs are apparently in expansion, while fire wood is carried to the uphill villages and tourist stations. It would seem logical to cut those bush lands, fuel small stoves with the wood-chips, save on transport, reduce forest wood cutting and improve pastures at the same time. My impression was that, apart from tradition, strong leather gloves are the only missing item, because a governmental stove progamme is under way albeit apparently poorly accepted, which is unfortunate. Perhaps the triple benefits mentioned above were not realized and communication was not effective. Ground cover of those pastures was far below 50%, whereas strictly shepherd-controlled sheep grazing on similar terrain in some parts of the Caucasus and the Alps led to very stable and productive, short and dense grass swards.



FIG. 6. Pastureland with yak in the Langtang Valley, Nepal 3200 m. Dense thorn scrub (*Berberis* etc.) diminishes pasture value.

Other, more localized, but rather severe forms of alpine land use are the construction and grading of ski runs and transport routes, intense summer tourism, hydroelectric installations and mining.

Rather sophisticated (and expensive) re-vegetation procedures may help in places to mitigate erosion problems (e.g. Urbanska and Schutz 1986; Grabherr 1995), but will not re-establish the stability of naturally evolved, deeply-rooted soil, and thus require sustained care. There is a lot of long term responsibility involved in the management and alteration of alpine terrain and its soils, given the rather low self-repair capacity and overall slow responses of alpine vegetation.

Atmospheric influences

Although commonly far removed from urban agglomerations and industrial emissions, alpine ecosystems are affected by atmospheric pollution to variable degrees, and atmospheric CO_2 enrichment is a global phenomenon. Here I briefly comment on the three most important aspects of atmospheric change.

Soluble nitrogen deposition

It is well-established that many alpine regions in the northern hemisphere are currently receiving rates of soluble nitrogen deposition that are several times higher than pre-industrial levels (Bowman 1992; Williams *et al.* 1995), and alpine plants have been shown to be very responsive to N-addition (see Körner 1999), despite commonly high nutrient concentrations in their tissues (Körner 1989). More vigorously growing plants tend to be more receptive to this atmospheric fertilizer. Commonly such fast-growing species are not very robust against physical stress. Their increasing abundance under continuously enhanced N-availability could weaken the overall robustness of ecosystems. The comparatively low rates of N-deposition in the Rocky Mts. and the Sierra Nevada of California correspond to approximately one third of annual N-mineralisation in soils, but the rates reported for some parts of the Alps already exceed natural N-mineralisation. Late successional natural alpine grassland at 2500 m elevation in the Alps was found to double biomass when 40 kg of N per hectare were added during the growing season (Körner *et al.* 1997) and species number declined, with low stature species becoming overgrown.

Among all compounds deposited in alpine ecosystems, soluble nitrogen deserves greatest attention, because of the key role of nitrogen in plant metabolism and its immediate influence on plant growth. Acid rain may impose particularly severe changes in alpine aquatic systems (Psenner and Nickus 1986; Psenner and Schmidt 1992).

Atmospheric CO_2 enrichment

Elevated CO_2 has been expected to become most influential in plants at high elevations, because of the already reduced availability due to lower atmospheric pressure, and thus partial pressure. Results of gas exchange studies has indeed supported the idea of instantaneous (Billings *et al.* 1961; Mooney *et al.* 1966; Körner and Diemer 1987; Ward and Strain 1997) and prolonged (Körner and Diemer 1994; Diemer 1994) strongly positive effects of elevated CO_2 on alpine photosynthesis, in line with long term adjustments to life at high elevation as reflected in stable carbon isotope discrimination (Körner *et al.* 1991). However, results of four seasons of *in situ* simulation of a double-CO_2 atmosphere in alpine grassland in Switzerland did not support this view (Schäppi and Körner 1996; Körner *et al.* 1997; Fig. 7). Above-ground plant biomass remained completely unaffected and belowground effects were small but positive (+12%, $P=0.09$). These observations are in line with those by Tissue and Oechel (1987) for graminoid arctic tundra. CO_2-enrichment did, however, reveal some species specific responses (stimulation of more vigorous, currently very rare species), affected tissue quality of plants (less protein, more carbohydrates; Schäppi and Körner 1997), and did influence herbivore behaviour (significantly increased consumption by grasshoppers; see Körner *et al.* 1997). These more subtle effects may translate into significant ecosystem effects in the very long term. However, the net effect of CO_2-enrichment on the ecosystem C-balance approached zero after four seasons (see the synthesis in Körner *et al.* 1997). Overall the influences of doubled CO_2 are much smaller than those imposed by the application of amounts of soluble nitrogen, which are currently contained in the annual rainfall of many European lowland regions.



Fig. 7. CO_2-enrichment experiments in the Swiss Alps at 2500 m elevation. Elevated CO_2 did not stimulate plant growth, but affected plant quality and biodiversity, though only slightly, suggesting a very slow response (Körner *et al.* 1997).

Climatic warming

A most important feature of alpine plant life is "change" - rapid and small scale change of climatic and soil conditions. At first sight, the climatic changes predicted appear to be small compared to the natural spatial and temporal variation that alpine plants currently cope with. However, an overall warming and associated changes in precipitation patterns and snow cover will influence alpine vegetation in the long run (Guisan *et al.* 1995). Current predictions suggest that climatic change effects will be smallest in the tropics and strongest at high latitudes and are likely to be most pronounced in Western Europe and parts of Asia (Diaz and Bradley 1997). In the Alps, minimum temperatures have been predicted to increase much more than means (by 2K; Beniston *et al.* 1997). Winter minima *per se* will have little effect on alpine plants, but if they affect snow cover they can become influential. However, there is evidence for the Swiss Alps that effects on snow cover generally diminish as elevation increases (Beniston 1997). The most sensitive areas are below treeline, not considered here. Evidence is accumulating that heavy rainfall events associated with warming (not necessarily extreme events) will become more frequent, which is likely to enhance erosion (e.g. Rebetez *et al.* 1997).

Predictions based on models assuming continuity of current plant-climate relationships and upslope migration tied to shifts in isotherm position (e.g. Ozenda and Borel 1990; Guisan *et al.* 1998) may overestimate change at the basis of vegetation belts (which are partly linked to soils and relief), but may underestimate effects on single species, the level at which migration appears to happen,

according to fossil records (e.g. Ammann 1995). Holten (1993) and Saetersdal and Birks (1997) suggested that species of narrow thermal ranges (often rare species) should be affected first. The conservative behaviour of large-scale vegetation boundaries is best evidenced by historical treeline position which does not seem to have directly tracked Holocene temperature fluctuations (Alps, Burga 1988; Andes, Lauer 1988).

One striking example that late successional plant communities may not respond to substantial climatic oscillations is the *Carex curvula* dominated alpine grassland in the Alps. This sedge resembles a clonal growth strategy and a physiognomy which is present in all mountains of the world. With its slow rhizomatous spreading of only 0.5 mm per year, this sedge forms tussock cohorts of particularly great age. Using DNA finger printing (PCR), it was possible to map genotype boundaries (Steinger *et al.* 1996) and estimate clone size and age. It emerged that single clones of this sedge must be several thousand years old, having persisted on the very same spot in the alpine landscape, while holocene temperatures passed through major deviations from todays climate (early medieval warm period, little ice age). Hence, such late successional plant assemblages may resist climatic changes over long periods.

The evidence that some alpine plants may still show significant response to climatic warming comes from two sides: simulation experiments with small open top greenhouses such as the ones used in the International Tundra Experiment (ITEX; e.g. Henry and Molau 1997), and re-visitation of pioneer habitats of extremely high elevations (Hofer 1992; Gottfried *et al.* 1994; Grabherr and Pauli 1994). The latter authors calculated mean 10-year up-slope movement of plant species of 1 to 4 m in elevation for various mountain tops in the Alps. They thus confirmed trends already suggested by Braun-Blanquet (1956), who noted increased plant species presence above 3000 m elevation in years 1947-1955 as compared to the years 1812-1835.

Temperature increases in the range of interest here (1-3 °K) are not necessarily enhancing plant metabolism, because cold-climate plants commonly adjust their respiration to prevailing temperatures (Criddle *et al.* 1994; Larigauderie and Körner 1995; Arnone and Körner 1997), though perhaps not completely in all cases. It has been known for over 60 years that plant tissues from arctic environments exhibit respiratory losses similar to those in tropical forest plants when both are studied under their real life conditions (for reference see Körner and Larcher 1988; Körner 1999). However we know little about the time constants of thermal acclimation, in particular the differential responses of above and below ground organs that are exposed to widely contrasting thermal conditions. In the temperate zone, assimilation and release of CO_2 by plants, although of key importance to plant growth, are the least likely bottleneck where climate warming would become effective. From what is known today it seems that formative (growth) processes *per se* are the most sensitive component of plant growth in cold climates (Körner *et al.* 1989c; Körner 1999).

The most common observation during *in situ* warming experiments in temperate and subarctic latitudes (e.g. ITEX, International Tundra Experiment, Henry and Molau 1997) was little effect on vegetative growth (biomass production), but substantial phenological acceleration in both arctic and alpine areas (e.g. earlier flowering; Wookey *et al.* 1994; Havström *et al.* 1995; Alatalo and Totland 1997; Stenström *et al.* 1997; Suzuki and Kudo 1997; Molau 1997; Stenström and Jonsdottir 1997; tests for *Carex, Cassiope, Saxifraga, Silene*). This is in line with conclusions by Prock and Körner (1996) that early season development of cold climate plants is opportunistic, while late season phenology is deterministic (photoperiod controlled). Hence, climatic warming will largely affect early season development, the key to which is the possibility of earlier snow melt (Guisan *et al.* 1995, 1998; Guisan 1996). In regions with potential topsoil desiccation and thus drought-induced nutrient shortage in midsummer, accelerated snow melt may, however, have negative effects (Walker *et al.* 1995). As a plausible alternative to bulk up-slope migration, Grabherr *et al.* (1995) has suggested local niche filling and re-arrangements in vegetation mosaics, driven by patterns of snow distribution and microclimate.

The steep thermal gradients over short distances observed in alpine terrain provide an unprecedented opportunity for testing long-term effects of contrasting temperatures in an otherwise similar environment (Fig. 8). These "natural experiments" have the great advantage that they have been run for periods longer than any funding

period in experimental ecology ever will. From physiology to soil studies such gradients have a lot to offer in plant, animal and microbial sciences. One can easily find microhabitats with 2-3 K difference in mean temperature (what global circulation models predict for a 2x CO_2 world), hence replication is theoretically unlimited. It is surprising how little use of such natural experiments had been made in the past. An excellent example of the power of such "experiments" are the studies on reproductive biology at different slope aspects in the high Andes by Kalin-Arroyo *et al.* (1981), Arroyo *et al.* (1982), and Arroyo *et al.* (1985). This is certainly a field to be developed, with no costs for 'treatments'.

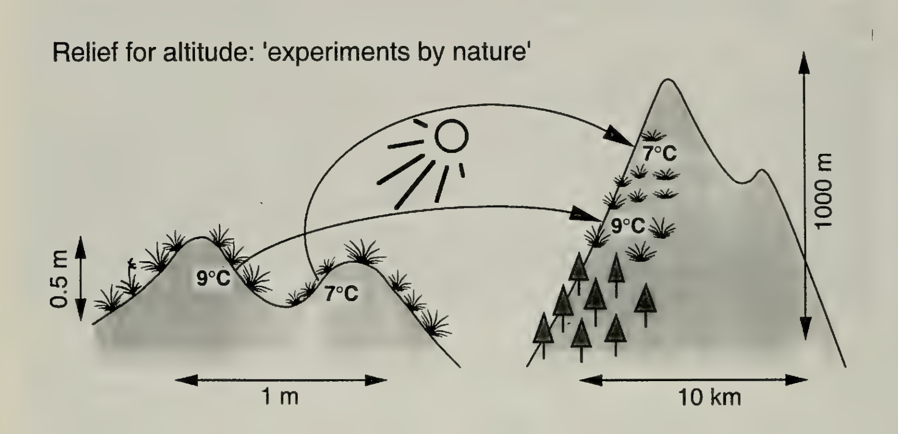


Fig. 8. Global warming may impose accelerated metabolism and plant migration. The alpine landscape with its mosaic of microhabitats offers a multitude of "natural experiments" which can be used to study the effect of temperature on plant life without expensive growth facilities. Relief driven thermal gradients may serve as models for large altitudinal or latitudinal gradients in climate.

The comparative approach is vital to an understanding of alpine plant life. It is important that various ways of comparing plants of different elevations are distinguished (Fig. 9). Specialist plants, exclusively found at high altitudes, will more likely reflect a high degree of 'adaptation' in their characteristics, and hence can be expected to behave in a more typically 'alpine' manner, than plants which recently radiated from their lower elevation centers of distribution to high elevation outposts. However, a single specialist species with a narrow high altitude range is still a weak indicator of life zone specific behaviour, because there is a large structural and functional diversity among plant species even at highest elevations (Körner and Larcher 1988; Körner 1989; Körner *et al.* 1989a; Körner 1991). It is the habitat-altitude-specific community of species, and the relative frequency of traits among those species, that bear the most reliable message with respect to life zone specific adaptive responses (Körner 1991). Provenances or ecotypes of single species from a wide altitudinal range, extending far beyond the zone of their greatest abundance, have the advantage of closer taxonomic relatedness, but may be 'Jacks of all trades'. Hence are less likely to bear most characteristic features of the highest life zone of plants.

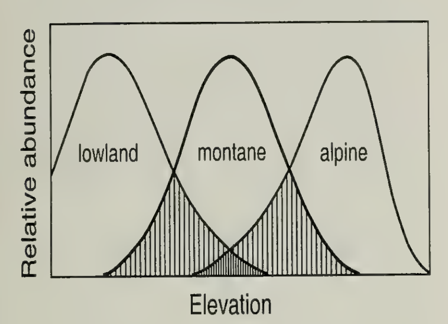


FIG. 9. Functional ecology of alpine plants depends on comparative studies. This diagram illustrates three typical ranges of plant species distribution along an elevational gradient. It is important to distinguish responses of wide ranging species of otherwise medium elevational dominance (middle curve) from those between specialists from contrasting elevations (left and right curve). It also matters whether species are tested across their own range or whether different species are compared which have contrasting ranges of distribution. The latter often is more relevant, but requires broad sampling to cover intra-community variability, hence is more laborious (from Körner 1999).

As was discussed above, alpine plant responses to environmental changes will strongly depend on species and growth conditions. Quite different responses may be seen on fertile compared to infertile substrates. It therefore seems, that the safest approaches are those which consider plants in natural soil and account for interspecific differences as well as interactions, which have been shown to be significant (e.g. Sundriyal and Josill 1992). *In situ* research commonly leads to greater variability in experimental results, but this is the price to be paid for greater relevance. Greater sample sizes and more work are commonly required to meet these criteria of realism, hence costs of this sort of research are often higher than in standardized laboratory tests. In the ideal case plants are studied *in situ* as well as under controlled conditions, which includes their responses under conditions of natural microbial rhizosphere coupling, possibly the most critical aspect of experimental global change research (Körner 1996; Niklaus and Körner 1996; Niklaus 1998).

CONCLUSIONS

In summary, rising temperatures, longer growth seasons, increased nitrogen supply and enhanced CO_2 concentrations alone or in combination will reduce some of those constraints dominating alpine plant life. 'Lessening' these 'limitations' will open alpine terrain for migrations from lower elevations and will also create pressure for upward migration of alpine species. Actual migration will always depend strongly on migration corridors and whether mountains provide high enough escapes with suitable growth substrates. Whether rates of migrations will track current rapid changes seems doubtful (Körner 1994). Most alpine species are capable of some form of clonal, rather slow mode of propagation and thus may retain sites irrespective of such climatic variation as was illustrated for clones of *Carex curvula* which have persisted several thousand years on the very same spot in the Alps while climate had undergone substantial variation. Obligatory seeders and alpine 'ruderals', restricted to open high elevation terrain, are thus the most likely components of the alpine flora to exhibit fast responses. Late successional, closed vegetation will change very slowly if at all (with N-deposition bearing the greatest influence).

Compared to these atmospheric changes, the direct human influences which are discussed are much more severe and immediate. The current rapid and worldwide detoriation of the lower alpine vegetation belts and traditional pasture land near treeline calls for rapid intervention. In the European Alps large parts of millennia old, stable pastures became abandoned for economic reasons, and their famous biological richness as well as their potential as a sustainable food source is about to be lost. The transition to forest often takes less than 50 years, certainly less than 100 years and is largely irreversible and often associated with unstable intermediate stages which are sensitive to moisture loading (slope gliding) and snow pressure (e.g. Cernusca 1978; Tappeiner and Cernusca 1998). On the other hand, the world witnesses massive

overgrazing and destructive use of fire and soil erosion in large parts of the Andes, the Afro-alpine zone and the Himalayas (Messerli and Ives 1997; Körner 1999), with severe hydrological and safety implications for settlements and traffic routes. I discussed general principles of sustainable use of such highlands, and it seems the main problem is the loss of responsibility and tradition of controlled pasturing that guaranteed long-term intergrity of these alpine rangelands.

Finally, wild plants inhabiting high alpine terrain have a great potential for bio-monitoring atmospheric influences on a global scale, because such cold climate wilderness habitats are unique in occurring at all latitudes (Körner 1992, 1995, 1999). Hence, well-documented historic research sites in alpine areas represent invaluable reference points for global change research. Re-visiting such sites for which historical inventories of plants or animals are available, is one of the most powerful tools to document vegetation change at high elevation. If done at a global scale by many teams such re-assessments of alpine biodiversity will allow us to separate regional from global trends imposed by global change.

REFERENCES

Alatalo, J.M. & O. Totland. 1997. Response to simulated climatic change in an alpine and subarctic pollen-risk strategist, *Silene acaulis*. Glob Change Biol 3:74-79.

Ammann, B. 1995. Paleorecords of plant biodiversity in the Alps. *In*: Chapin, F.S. III & Ch. Körner (eds). Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences. Ecol Studies 113:137-149, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

Arnone, J.A. & Ch. Körner. 1997. Temperature Adaption and Acclimation Potential of Leaf Dark Respiration in Two Species of Ranunculus from Warm and Cold Habitats. Arctic and Alpine Research 29:122-125.

Arroyo-Kalin, M.T.; J.J. Armesto & C. Villagran. 1981. Plant phenology patterns in the high Andean Cordillera of central Chile. J of Ecology 69:205-223.

Arroyo-Kalin, M.T.; R. Primack & J.J. Armesto. 1982. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. Amer J Bot 69:82-97.

Arroyo-Kalin, M.T.; J.J. Armesto & R.B. Primack. 1985. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile. II. Effect of temperature on visitation rates and pollination possibilities. Plant Syst Evol 149:187-203.

Barry, R.G. 1990. Changes in mountain climate and glacio-hydrological responses. Mount Res Develop 10:161-170.

Beniston, M. 1997. Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: links to changes in large-scale climatic forcings. Climatic Change 36:281-300.

Beniston, M.; H.F. Diaz & R.S. Bradley. 1997. Climatic change at high elevation sites: An overview. Climatic Change 36:233-251.

Billings, W.D.; E.E.C. Clebsch & H.A. Mooney. 1961. Effect of low concentrations of carbon dioxide on photosynthesis rates of two races of Oxyria. Science 133:18-34.

Bortenschlager, S. & K. Oeggl. 1998. The iceman and its natural environment. The man in the ice 4. Springer, Vienna.

Bowman, W.D. 1992. Inputs and storage of nitrogen in winter snowpack in an alpine ecosystem. Arct Alp Res 24:211-215.

Braun-Blanquet, J. 1956. Ein Jahrhundert Florenwandel am Piz Linard (3414 m). Bull Jard Botan Bruxelles 26:221-232. Burga, C.A. 1988. Swiss vegetation history during the last 18000 years. New Phytol 110:581-602.

Cernusca, A. (ed). 1978. Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal. Wagner, Innsbruck.

Costin, A.B. 1958. The grazing factor and the maintenance of catchment values in the Australian Alps. CSIRO Div Plant Ind Techn Paper 10:3-13.

Criddle, R.S.; M.S. Hopkin, E.D. McArthur & L.D. Hansen. 1994. Plant distribution and the temperature coefficient of metabolism. Plant, Cell, Envir 17:233-243.

Diaz, H.F. & R. Bradley. 1997. Temperature variations during the last century at high elevation sites. Climatic Change 36:253-279.

Diemer, M.W. 1994. Mid-season gas exchange of an alpine grassland under elevated CO_2. Oecologia 98:429-435.

Eijgenraam, F. & A. Anderson. 1991. A window on life in the Bronze Age. Science 254:187-188.

Gigon, A. 1983. Typology and principles of ecological stability and instability. Mt Res Dev 3:95-102.

Gottfried, M.; H. Pauli & G. Grabherr. 1994. Die Alpen im "Treibhaus": Nachweis für das erwärmungsbedingte Höhersteigen der alpinen und nivalen Vegetation. Jb des Vereins zum Schutz der Bergwelt 59:13-27.

Grabherr, G. 1995. Renaturierung von natürlichen und künstlichen Erosionsflächen in den Hochalpen. Ber Reinh Tüxen Ges 7:37-46.

Grabherr, G. & M.G.H. Pauli. 1994. Climate effects on mountain plants. Nature 369:448.

Grabherr, G.; M. Gottfried, A. Gruber & H. Pauli. 1995. Patterns and current changes in alpine plant diversity. *In*: Chapin, F.S. III & Ch. Körner (eds).

Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences. Ecol Studies 113:167-181, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

GUISAN, A. 1996. Alplandi: Evaluer la response des plantes alpines aux changements climatiques a travers la modelisation des distributions actuelles et futures de leur habitat potentiel. Bull. Murithienne 114:187-196.

GUISAN, A.; J.I. HOLTEN, R. SPICHIGER & L. TESSIER. 1995. Potential ecological impacts of climate change in the alps and Fennoscandian mountains. Ed Conserv Jard Bot Geneve.

GUISAN, A.; J.P. THEURILLAT & F. KIENAST. 1998. Predicting the potential distribution of plant species in an Alpine environment. J Veg Sci 9:65-74.

HAVSTRÖM, M.; T.V. CALLAGHAN & S. JONASSON. 1995. Effects of simulated climate change on the sexual reproductive effort of *Cassiope tetragona*. Ecosystems research report 10:109-114, European Commission, Brussels, Luxembourg.

HENRY, G.H.R. & U. MOLAU. 1997. Tundra plants and climate change: the International Tundra Experiment (ITEX). Glob Change Biol 3:1-9.

HOFER, H.R. 1992. Veränderungen in der Vegetation von 14 Gipfeln des Berninagebietes zwischen 1905 und 1985. Ber Geobot Inst ETH, Stiftung Rübel, Zürich 58:39-54.

HOFSTEDE, R.G.M.; M.X. MONDRAGON CASTILLO & C.M. ROCHA OSORIO. 1995. Biomass of grazed, burned, and undisturbed Paramo grasslands, Colombia. I. Aboveground vegetation. Arctic Alpine Res 27:1-12.

HOLTEN, J.I. 1993. Potential effects of climatic change on distribution of plant species, with emphasis on Norway. In: Holten JI, Paulsen G, Oechel WC (eds). Impacts of climatic change on natural ecosystems, with emphasis on boreal and arctic/alpine areas. NINA, Trondheim, Norway 84-104.

KÖRNER, CH. 1980. Zur anthropogenen Belastbarkeit der alpinen Vegetation. Verhandl Ges Oekol 8:451-461.

KÖRNER, CH. 1989. The nutritional status of plants from high altitudes. A worldwide comparison. Oecologia 81:379-391.

KÖRNER, CH. 1991. Some often overlooked plant characteristics as determinants of plant growth: a reconsideration. Funct Ecol 5:162-173.

KÖRNER, CH. 1992. Response of alpine vegetation to global climate change. CATENA Suppl 22:85-96.

KÖRNER, CH. 1994. Impact of atmospheric changes on high mountain vegetation. *In*: Beniston, M. (ed). Mountain environments in changing climates. Routledge Publ Company, London, New York 155-166.

KÖRNER, CH. 1995. Alpine plant diversity: a global survey and functional interpretations. *In*: Chapin, F.S. III & Ch. Körner (eds). Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences. Ecol Studies 113:45-62, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

KÖRNER, CH. 1996. The response of complex multispecies systems to elevated CO2. *In*: Walker, B.H. & W.L. Steffen (eds.). Global Change and Terrestrial Ecosystems. IGBP series N° 2. Cambridge Univ. Press 20-42.

KÖRNER, CH. 1998. A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation. Oecologia 115:445-459.

KÖRNER, CH. 1999. Alpine plant life. Springer, Berlin.

KÖRNER, CH. & M. DIEMER. 1987. In situ photosynthetic responses to light, temperature and carbon dioxide in herbaceous plants from low and high altitude. Funct Ecol 1:179-194.

KÖRNER, CH. & W. LARCHER. 1988. Plant life in cold climates. *In*: Long, S.F. & F.I. Woodward (eds). Plants and temperature. Symp Soc Exp Biol 42:25-57, The Company of Biol Ltd, Cambridge.

KÖRNER, CH.; G. WIESER & A. CERNUSCA. 1989. Der Wasserhaushalt waldfreier Gebiete in den österreichischen Alpen zwischen 600 und 2600 m Höhe. *In*: Cernusca, A. (ed). Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. Veröff Oesterr MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern Band 13, Universitätsverlag Wagner Innsbruck and Öesterr Akad Wiss, Wien. p 119-153.

KÖRNER, CH.; M. NEUMAYER, S. PELAEZ MENENDEZ-RIEDL & A. SMEETS-SCHEEL. 1989. Functional morphology of mountain plants. Flora 182:353-383.

KÖRNER, CH.; S. PELAEZ MENENDEZ-RIEDL & P.C.L. JOHN. 1989. Why are Bonsai plants small? A consideration of cell size. Aust J Plant Physiol 16:443-448.

KÖRNER, CH.; G.D. FARQUHAR & S.C. WONG. 1991. Carbon isotope discrimination by plants follows latitudinal and altitudinal trends. Oecologia 88:30-40.

KÖRNER, CH. & M. DIEMER. 1994. Evidence that plants from high altitudes retain their greater photosynthetic efficiency under elevated CO_2. Funct Ecol 8:58-68.

KÖRNER, CH.; M. DIEMER, B. SCHÄPPI, P. NIKLAUS & J. ARNONE. 1997. The responses of alpine grassland to four seasons of CO_2 enrichment: a synthesis. Acta Oecologica 18:165-175.

LARIGAUDERIE, A. & CH. KÖRNER. 1995. Acclimation of leaf dark respiration to temperature in alpine and lowland plant species. Ann Bot 76:245-252.

LAUER, W. 1988. Zum Wandel der Vegetationszonierung in den Lateinamerikanischen Tropen seit dem Höhepunkt der letzten Eiszeit. *In*: Buchholz, H.J. & G. Gerold (eds.). Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft zu Hannover, Lateinamerikaforschung, Hannover. Selbstverlag der Geographischen Gesellschaft Hannover 1-45.

MARK, A.F. & J. ROWLEY. 1976. Water yield of low-alpine snow tussock grassland in Central Otago. J Hydrology (NZ) 15:59-79.

MARK, A.F.; J. ROWLEY & D.K. HOLDSWORTH. 1980. Water yield from high-altitude snow tussock grassland

in Central Otago. Tussock Grasslands Mountain Lands Inst Review, 38:21-33, Christchurch/NZ.

Messerli, B. & J.D. Ives. 1984. Mountain ecosystems: stability and instability, Mt Res Develop 3 (2, special issue).

Messerli, B. & J.D. Ives. 1997. Mountains of the world - a global priority, Parthenon, Carnforth.

Molau, U. 1997. Responses to natural climatic variation and experimental warming in two tundra plant species with contrasting life forms: *Cassiope tetragona* and *Ranunculus nivalis*. Glob Change Biol 3:97-107.

Mooney, H.A.; B.R. Strain & M. West. 1966. Photosynthetic efficiency at reduced carbon dioxide tensions. Ecology 47:490-491.

Niklaus, P.A. 1998. Effects of elevated atmospheric CO_2 on soil microbiota in calcareous grassland. Global Change Biol 4:451-458.

Niklaus, P.A. & Ch. Körner. 1996. Responses of soil microbiota of late successional alpine grassland to long term CO_2 enrichment. Plant and Soil 184:219-229.

Ozenda, P. & J.L. Borel. 1990. The possible responses of vegetation to a global climatic change. Scenarios for Western Europe, with special reference to the Alps. *In*: Boer, M.M. & R.S. De Groot (eds). Landscape-ecological impact of climatic change. Proceedings of a European Conference, Lunteren, The Netherlands, 3-7 December 1989. IOS Press, Amsterdam 221-249.

Price, M.F. 1995. Climate change in mountain regions: a marginal issue? The Environmentalist 15:272-280.

Price, M.F.; L.A.G. Moss & P.W. Williams. 1997. Tourism and amenity migration. *In*: Messerli, B. & J.D. Ives (eds). Mountains of the World: A global priority. Parthenon publishing group, New York, London , pp 249-280.

Prock, S. & Ch. Körner. 1996. A cross-continental comparison of phenology, leaf dynamics and dry matter allocation in arctic and temperate zone herbaceous plants from contrasting altitudes. Ecological Bulletins 45:93-103.

Psenner, R. & U. Nickus. 1986. Snow chemistry of a glacier in the Central Eastern Alps (Hintereisferner, Tyrol, Austria). Z Gletscherkunde Glazialgeologie 22:1-18.

Psenner, R. & R. Schmidt. 1992 Climate-driven pH control of remote alpine lakes and effects of acid deposition. Nature 356:781-783.

Ram, J. 1992. Effects of clipping on aboveground plant biomass and total herbage yields in a grassland above treeline in central Himalaya, India. Arctic and Alpine Research 24:78-81.

Ram, J.; S.P. Singh & J.S. Singh. 1988. Community level phenology of grassland above treeline in central Himalaya, India. Arct Alp Res 20:325-332.

Rawat, G.S. & Y.P.S. Pangtey. 1987. Floristic structure of snowline vegetation in central Himalaya, India. Arct Alp Res 19:195-201.

Rebetez, M.; M. Lugon & P.A. Bäriswyl. 1997. Climatic change and debris flows in high mountain regions: The case study of the ritigraben torrent (Swiss Alps). Climatic change 36:371-389.

Rikhari, H.C.; G.C.S. Negi, G.B. Pant, B.S. Rana & S.P. Singh. 1992. Phytomass and primary productivity in several communities of a central Himalayan alpine meadow, India. Arct Alp Res 24:334-351.

Saetersdal, M. & H.J.B. Birks. 1997. A comparative ecological study of Norwegian mountain plants in relation to possible future climatic change. J. of Biogeography 24:127-152.

Schäppi, B. & Ch. Körner. 1996. Growth responses of an alpine grassland to elevated CO_2. Oecologia 105:43-52.

Schäppi, B. & Ch. Körner. 1997. In situ effects of elevated CO_2 on the carbon and nitrogen status of alpine plants. Functional Ecology 11:290-299.

Spindler, K.; H. Wilfing, E. Rastbichler-Zessernig, D. ZurNedden & H. Nothdurfter. 1995. Human mummies. The man in the ice 3. Springer, Vienna.

Steinger, Th.; Ch. Körner & B. Schmid. 1996. Long-term persistence in a changing climate: DNA analysis suggests very old ages of clones of alpine *Carex curvula*. Oecologia 105:94-99.

Stenström, M.; F. Gugerli & G.H.R. Henry. 1997. Response of *Saxifraga oppositifolia* L. to simulated climate change at three contrasting latitudes. Glob Change Biol 3:44-54.

Stenström, A. & I.S. Jonsdottir. 1997. Responses of the clonal sedge, *Carer bigelowii*, to two seasons of simulated climate change. Glob Change Biol 3:89-96.

Sundriyal, R.C. 1992. Structure, productivity and energy flow in an alpine grassland in the Garhwal Himalaya. J Veg Sci 3:15-20.

Sundriyal, R.C. & A.P. Joshi. 1992. Annual nutrient budget for an alpine grassland in the Garhwal Himalaya. J Veg Sci 3:21-26.

Sundriyal, R.C. & A.P. Josill. 1992. Interspecific relationships among plant species in an alpine grassland of the Garhwal Himalaya, India. Bangladesh J Bot 21:81-91.

Suzuki, S. & G. Kudo. 1997. Short-term effects of simulated environmental change on phenology, leaf traits, and shoot growth of alpine plants on a temperate mountain, northern Japan. Glob Change Biol 3:108-115.

Tappeiner, U. & A. Cernusca. 1998. Effects of land-use changes in the Alps on exchange processes (CO_2, H_2O) in grassland ecosystems. *In*: Kovar, K., U. Tappeiner, N.E. Peters & R.G. Craig (eds). Hydrology, Water Resources and Ecology in Headwaters. IAHS Publ 248:131-138.

Tissue, D.T. & W.C. Oechel. 1987. Response of *Eriophorum vaginatum* to elevated CO_2 and temperature in the Alaskan tussock tundra. Ecology 68:401-410.

Urbanska, C.M. & M. Schutz. 1986. Reproduction by seed in alpine plants and revegetation research above timberline. Botanica Helvetica 96/1:43-61.

Walker, M.D.; R.C. Ingersoll & P.J. Webber. 1995.

Effects of interannual climate variation on phenology and growth of two alpine forbs. Ecology 76:1067-1083.

Ward, J.K. & B.R. Strain. 1997. Effects of low and elevated CO_2 partial pressure on growth and reproduction of *Arabidopsis thaliana* from different elevations. Plant, Cell and Environment 20:254-260.

Williams, M.W.; R.C. Bales, A.D. Brown & J.M. Melack. 1995. Fluxes and transformations of nitrogen on a high-elevation catchment, Sierra Nevada. Biogeochemistry 28:1-31.

Wookey, P.A.; J.M. Welker, A.N. Parsons, M.C. Press, T.V. Callaghan & J.A. Lee. 1994. Differential growth, allocation and photosynthetic responses of *Polygonum viviparum* to simulated environmental change at a high arctic polar semi-desert. Oikos 70:131-139.

Fecha de publicación: 15.10.2000

ARTICULOS

Gayana Bot. 57(1): 19-27, 2000 ISSN 0016-5301

INDICE BIBLIOGRAFICO DE LAS DIATOMEAS (BACILLARIOPHYCEAE) DE CHILE

BIBLIOGRAPHIC INDEX ON DIATOMS (BACILLARIOPHYCEAE) FROM CHILE

Patricio Rivera Ramírez*

RESUMEN

Recientes revisiones de familias y géneros de diatomeas chilenas demuestran que el conocimiento taxonómico sobre esta flora es aún muy incompleto y, en muchas ocasiones, erróneo.
El objetivo de esta obra es entregar información sobre los trabajos taxonómicos y de distribución de las diatomeas marinas y dulceacuícolas de Chile y contiene 197 referencias bibliográficas correspondientes al período 1840-2000.

PALABRAS CLAVES: Indice bibliográfico, taxonomía, distribución, diatomeas, Chile.

ABSTRACT

Recent revisions of families and genera of Chilean diatoms reveal that the taxonomic knowledge on this flora is still limited, and in some instances, not reliable.
This paper provides information about bibliographic references on taxonomy and distribution of marine and freshwater diatoms from Chile and includes 197 references since 1840 to 2000.

KEYWORDS: Bibliographic index, taxonomy, distribution, diatoms, Chile.

INTRODUCCION

El objetivo principal de esta obra es entregar a los estudiosos del fitoplancton marino y dulceacuícola de Chile un índice bibliográfico con la información sobre los trabajos taxonómicos y de distribución de las diatomeas presentes en nuestro país. Es un complemento a la información entregada en las publicaciones de Rivera (1983) y Rivera *et al.* (1990).

Aunque la idea fundamental es que este índice aporte información útil para la identificación de los taxa (utilizando revisiones de familias y géneros), muy especialmente para aquellos que se están iniciando en el estudio de los componentes del fitoplancton, también se ha incluido a los trabajos que contienen simples listas de microalgas de localidades o áreas determinadas. De esta forma se puede obtener un conocimiento más completo acerca de la distribución de las especies en Chile.

Las investigaciones sobre diatomeas llevadas a cabo por científicos nacionales tomaron importancia a partir de 1965 con el aparecimiento paulatino de tres grupos de investigadores. Con anterioridad se conocían las publicaciones de diversos investigadores extranjeros que esporádicamente analizaron algún material recolectado en el país. En la actualidad solamente el grupo perteneciente al Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción sigue realizando estudios de carácter netamente taxonómico.

Sin embargo, se debe tener muy presente que el conocimiento taxonómico sobre las diatomeas que constituyen la flora marina y dulceacuícola de Chile es aún muy incompleto y, en muchas ocasiones, erróneo. Esta situación ya fue informada por Rivera en los años 1983 y 1985. Las revisiones de familias y géneros llevadas a cabo con el empleo de técnicas e instrumental adecuados (microscopía

*Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción. E-mail: privera@udec.cl

fotónica y electrónica), y consultando toda la bibliografía existente a la fecha, así lo confirman (Koch & Rivera 1984; Rivera 1981, 1985; Rivera, Avaria & Barrales 1989; Rivera & Barrales 1989, 1994; etc.).

En el presente índice se incluye solamente las publicaciones que cumplen con las condiciones exigidas por el Código de Nomenclatura Botánica para tener el carácter de válidas: estar impresas y tener amplia distribución. Por lo tanto no se han considerado las tesis de pre o postgrado, las unidades de investigación llevadas a cabo en los distintos centros de educación superior o las revistas con distribución netamente local.

Contiene 197 referencias bibliográficas correspondientes al período 1840-2000. El 95% de los trabajos citados se encuentra en la Biblioteca del Departamento de Botánica, ya sea como original, fotocopia, microfilms o microfichas. Los trabajos están ordenados alfabéticamente por autores y dentro de cada autor por fecha. Para evitar confusiones, los títulos de las revistas no han sido abreviados, y los títulos de los trabajos se citan completos, respetando la ortografía de los mismos.

Deseo agradecer a los Dres. Sergio Avaria P., Universidad de Valparaíso, y Roberto Rodríguez R., Universidad de Concepción, por sus valiosas sugerencias y preparación final del texto para la prensa.

REFERENCIAS

Alvial, A. & S. Avaria. 1982. Proliferación de primavera del fitoplancton en la Bahía de Valparaíso. II. Dinámica de las comunidades. Revista de Biología Marina, Valparaíso 18(1): 1-56.

Andrews, G.W. & P. Rivera. 1987. Morphology and Evolutionary Significance of *Adoneis pacifica* Gen. et sp. Nov. (Fragilariaceae, Bacillariophyta), A Marine Araphid Diatom from Chile. Diatom Research 2(1): 1-14.

Asprey, G.F., Benson-Evans, K. & J.E. Furet. 1964. A Contribution to the Study of South American Fresh-water Phytoplankton. Gayana, Botánica 10: 1-18, 2 Pls.

Avaria, S. 1965. Diatomeas y Silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 12(1, 2 y 3): 61-119.

Avaria, S. 1970. Fitoplancton de la Expedición del Doña Berta en la zona de Puerto Montt - Aysén. Revista de Biología Marina, Valparaíso 14(2): 1-17.

Avaria, S. 1970. Observación de un fenómeno de marea roja en la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 14(1): 1-5.

Avaria, S. 1971. Variaciones mensuales del fitoplancton de la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 14(3): 15-43.

Avaria, S. 1975. Estudios de Ecología Fitoplanctónica en la Bahía de Valparaíso II. Fitoplancton 1970-1971. Revista de Biología Marina, Valparaíso 15(2): 131-148.

Avaria, S. 1976. Marea Roja en la costa central de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 16(1): 96-111.

Avaria, S. 1982. Fenómenos de Marea Roja en el mar chileno. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 6: 117-127

Avaria, S. 1984. Cambios en la composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile durante el fenómeno de "El Niño" 1982-1983. Revista del Comité Permanente del Pacífico Sur 15: 303-309.

Avaria, S. 1985. Variaciones en la composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile entre diciembre de 1980 y junio 1984. Investigación Pesquera 32: 191- 193.

Avaria, S. & A. Alvial. 1985. La investigación ecológica del fitoplancton marino de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 21: 61-106.

Avaria, S., Braun, M., Carrasco, S., Gómez, O., Muñoz, P. & F. Rodríguez. 1989. Condiciones biológicas a los niveles tróficos primario y secundario en el Pacífico Sudeste durante 1987-1988. Boletín ERFEN 29: 3-15.

Avaria, S., Carrasco, Z., Ochoa, N., Sandoval, O. & O. Gómez. 1987. Caracterización del El Niño 1987 en el Pacífico Sudeste. III. Características biológicas y efectos en la pesca: niveles tróficos primario y secundario. Boletín ERFEN 22: 13-21.

Avaria, S., Cassis, D., Muñoz, P. & P. Vera. 1997. Distribución del microfitoplancton marino en aguas interiores del sur de Chile en octubre de 1995 (Crucero CIMAR-FIORDO 1). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 20: 107-123.

Avaria, S. & G. Lillo. 1988. Unidad de programas en Basic para el almacenamiento, búsqueda y cálculo de la información sobre fitoplancton marino de Chile analizado en el Instituto de Oceanología. Publicaciones Ocasionales, Instituto de Oceanología 4: 1-73.

Avaria, S. & P. Muñoz. 1982. Producción actual, biomasa y composición esporádica del fitoplancton de la Bahía de Valparaíso en 1979. Revista de Biología Marina, Valparaíso 18(2): 129-157.

Avaria, S. & P. Muñoz. 1982. Primer registro de marea roja producida por dinoflagelados tecados en la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 18(2): 101-115.

Avaria, S. & P. Muñoz. 1983. Composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile en mayo de 1981. (Operación Oceanográfica MARCHILE XII-ERFEN III). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 7: 109-140.

Avaria, S. & P. Muñoz. 1985. Efectos de El Niño sobre el fitoplancton marino del norte de Chile en diciembre de 1982. (Operación Oceanográfica MARCHILE XIV-ERFEN V). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 9: 3-30.

Avaria, S. & P. Muñoz. 1986. Fenómenos de marea roja en Valparaíso. Revista Geográfica de Valparaíso 17: 145-162.

Avaria, S. & P. Muñoz. 1987. Effects of the 1982-1983 El Niño on the Marine Phytoplankton off Northern Chile. Journal of Geophysical Research 92(13): 14.369-14.382.

Avaria, S. & P. Muñoz. 1991. Caracterización del fitoplancton de una área de desove de merluza frente a la costa central de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 26(1): 161-190.

Avaria, S., Muñoz, P. & M. Braun. 1988. El fitoplancton frente a Península Los Molles, Valparaíso, Chile (32°45'S) y su relación con "El Niño" 1982-83. Revista de Biología Marina, Valparaíso 24(1): 1-35.

Avaria, S., Muñoz, P. & E. Uribe. 1982. Composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile en diciembre de 1980. (Operación Oceanográfica MARCHILE XI-ERFEN II). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 6: 5-36.

Avaria, S. & E. Orellana. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la Bahía de Valparaíso. III. Fitoplancton 1972-1973. Revista de Biología Marina, Valparaíso 15(3): 207-226.

Avaria, S., Palma, S., Sievers, H. & N. Silva. 1989. Revisión sobre aspectos oceanográficos, físicos, químicos y planctológicos de la Bahía de Valparaíso y áreas adyacentes. Biología Pesquera 18: 67-96.

Balech, E. 1962. Tintinnoidea y Dinoflagellata del Pacífico, según material de las expediciones Norpac y Downwind del Instituto Scripps de Oceanografía. Revista del Instituto de Investigaciones de Ciencias Naturales de Buenos Aires, Zool. 7(1): 1-253, 26 Láms.

Belyaeva, T.V. 1972. Distribution of Large Diatom Algae in the Southeastern Pacific. Okeanologija 12(3): 475-483.

Belyaeva, T.V. 1973. Distribution of the Diatoms of the Genus *Pseudohimantidium* Hustedt & Krasske. Botaniceskij zurnal (Leningrad) 58(6): 883-885.

Boyer, C.S. 1926-1927. Synopsis of North American Diatomaceae. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 78(1): 1-228 (1926); 79(2): 229-583 (1927).

Brown, N.E. 1920. Some new and old antarctic diatoms. English Mechanic 111(1): 210-211; 111(2): 219-220; 111(3): 232-233.

Campodónico, I., Guzmán, L. & L. Lembeye. 1975. Una discoloración causada por el ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann) en Ensenada Wilson, Magallanes. Anales del Instituto de la Patagonia 6(1-2): 225-239.

Campos, H., Arenas, J., Steffen, W., Roman, C. & G. Aguero. 1982. Limnological study of Lake Ranco (Chile). Morphometry, physics, chemistry and plankton. Archiv für Hydrobiologie 94(2): 137-171.

Campos, H., Bucarey, E. & J.N. Arenas. 1974. Estudios limnológicos del Lago Riñihue y Río Valdivia (Chile). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 48: 47-67.

Campos, H., Steffen, W., Aguero, G., Parra, O. & L. Zúñiga. 1992. Limnological Studies of Lake Rupanco, Chile. Morphometry, Physics, Chemistry, Plankton and Primary Productivity. Archiv für Hydrobiologie 90(1): 85-113.

Carlson, G.W.F. 1913. Freshwater algae of the Antarctic. (Süsswasser-Algen aus der Antarktis, Südgeorgien und der Falkland Inseln). Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedische Südpolar Expedition 1901-1903, 4(14): 1-94.

Castracane, F. 1886. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Botany 2: 1-178, 30 Pls. Her Majesty's Stationery office, London.

Clement, A. & G. Lembeye. 1993. Phytoplankton Monitoring Program in the Fish Farming Region of South Chile. *In* Smayda, T.J. & Y. Shimizu (Eds.), Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier Science Publ. B.V., pp. 223-228.

Cleve, P.T. 1894-1895. Synopsis of the naviculoid Diatoms. Kongliga Svenska Vetenskaps-akademiens Handlingar 26(1): 1-194, Pls. 1-5 (1894); 27(2): 1-219, Pls. 1-4 (1895).

Cleve, P.T. 1900. Report on the Diatoms of the Magellan Territories. Svenska Expeditionen till Magellanslanderna 3(7): 273-282.

Cleve-Euler, A. 1943. List of diatoms from Lago Frey with some critical remarks. Appendix to B. Collini, "Soil samples from Nahuel Huapi Region Northern Patagonia". Bulletin of the Geological Institute of Upsala 30: 173-225 (221-225).

Cleve-Euler, A. 1948. Süsswasserdiatomeen aus dem Feuerland. Acta Geographica (Societas Geographica Fenniae) 10(1): 1-61.

Dellarossa, V., Ugarte, E. & O. Parra. 1976. Estudio limnológico de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez. II. Aspectos cuantitativos del fitoplancton invernal y su relación con algunas características físicas y químicas del ambiente. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 50: 87-101.

De Toni, G.B. 1891-1894. Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum. Vol. II, Bacillarieae. Sectio I, *Raphideae*, pp. 1-490 (1891). Sectio II, *Pseudoraphideae*, pp. 491 -817 (1892). Sectio III, *Cryptoraphideae*, pp.818-1556 (1894). Typis Deminarii, Patavii.

De Toni, G.B. & D. Levi. 1886. Algae nonnullae quas in circumnavigationis itinere ad Magellani fretum, anno 1884, legit A. Cuboni. Bollettino della Societa Veneto-Trentina di Scienze Naturali 4(1): 1-4, Padova.

Díaz, H., Avaria, S., Villafañe, V. & W. Helbling. 1997. Aclimatación y sensibilidad de especies fitoplanctónicas antárticas a la radiación ultravioleta solar. Revista de Biología Marina y Oceanografía 32(2): 157-175.

Dingman, R. & K. Lohman. 1963. Late Pleistocene Diatoms from the Arica area, Chile. Professional Papers United States Geological Survey, Paper 475 C, Art. 78: C69-C72.

Donoso, T.G. & H.K. Phinney. 1988. The Phytoplankton

of Lago Rupanco, Osorno, Chile. Archiv für Hydrobiologie 113(2): 189-211.

Ehrenberg, C.G. 1840. Über ausgezeichnete jetzt lebende peruanische und mexikanische Meeres-Infusorien, welche mit zur Erläuterung räthselhafter fossiler Formen der Kreidebildung dienen. Bericht Akademie der Wissenschaften zu Berlin, S. 157-162.

Ehrenberg, C.G. 1841 (1843). Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. Abhandlungen der königlischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1: 291-445, 4 Taf. (sonderabdruck 154 S.).

Ehrenberg, C.G. 1848. Über zwei neue Genera kieselschaliger Polygastern aus dem Guano (*Hemiptychus* und *Entopyla*) und über die neue Art von Guano aus Patagonien, welche das dänische Schiff "Waldemar" 1847 gebracht hat. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der königlische preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, S. 5-8.

Ehrenberg, C.G. 1856. Über zwei neue südamerikanische Gebirgsmassen aus mikroskopischen Organismen, eine aus Meere-organismen in Chile und eine als mit gefritteten süsswasser organismen gemischten vulkanischen essbaren Tuff aus Honduras in Centro-Amerika. Bericht über die zur Bekannntmachung geeigneten Verhandlungen del königlische preussische Akademie del Wissenschaten zu Berlin, S. 425-431.

Espinosa, M. 1917. Los alerzales de Piuchué- Bacillarieae. Boletín Museo Nacional de Chile 10: 82-83.

Espinosa, M. 1923. Lista sistemática de algunas algas chilenas de agua dulce. Revista Chilena de Historia Natural 27: 93-96.

Fenner, J., Schrader, H.J. & H. Wienick. 1976. III. Diatom phytoplankton studies in the Southern Ocean, composition and correlation to the Antarctic Convergence and its paleoecological significance. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 35: 757-813.

Frenguelli, J. 1922-1924. Resultados de la Primera Expedición a Tierra del Fuego (1921). Diatomeas de Tierra del Fuego. Anales de la Sociedad Científica Argentina 96: 225-263 (1923); 97: 87-118, 221-266 (1924); 98: 5-63, 13 Láms. (1924); pp. 1-165 (1924).

Frenguelli, J. 1928. Sobre una diatomea nueva procedente de los trípolis de los salares chilenos. Revista Chilena de Historia Natural 32: 198-201.

Frenguelli, J. 1929. Diatomme fossili delle conche saline del deserto cileno-boliviano. Bollettino della Societa Geologica Italiana 47: 185-236, Tav. X-XIV.

Frenguelli, J. 1930.Diatomeas contenidas en una muestra del trípoli de Calama, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 34: 195-199.

Frenguelli, J. 1930. Diatomeas del trípoli de la Isla de Chiloé. Revista Chilena de Historia Natural 34: 98-100.

Frenguelli, J. 1931. Análisis microscópico de una muestra del trípoli de Angostura (Provincia de Colchagua, Chile). Revista Chilena de Historia Natural 35: 9-14.

Frenguelli, J. 1934. Diatomeas del trípoli de San Pedro de Atacama. Revista Chilena de Historia Natural 38: 159-163, 1 fig.

Frenguelli, J. 1935. Análisis diatomológicos de trípolis chilenos. Revista Chilena de Historia Natural 39: 147-152.

Frenguelli, J. 1938. Diatomeas de la caliza de la cuenca de Calama en el desierto de Atacama, Chile. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), Sección Paleontología I: 3-34, 2 Láms.

Frenguelli, J. 1938. Análisis microscópico del trípoli de Arica. Departamento de Minas y Petróleos, Ministerio de Fomento, Santiago, N° 1780.

Frenguelli, J. 1938. Acerca de una muestra del trípoli de Tiltil. Nota preliminar. Revista Chilena de Historia Natural 42: 156-159.

Frenguelli, J. 1949. Diatomeas fósiles de los yacimientos chilenos de Tiltil y Mejillones. Darwiniana 9(1): 97-157.

Frenguelli, J. & H. Orlando. 1958. Diatomeas y Silicoflagelados del sector Antártico Sudamericano. Instituto Antártico Argentino, Publicación 5: 1-155, 17 Láms.

Fryxell, G. & G. Hasle. 1977. The Genus *Thalassiosira*. Some Species with a Modified Ring of Central Strutted Processes. Nova Hedwigia, Beihefte 54: 67-98.

Gay, C. 1854. Flora de Chile. Historia Física y Política de Chile. Botánica 8: 388-393, Paris.

Geissler, U., Gerloff, J., Helmcke, J.G., Krieger, W. & B. Reimann. 1961. *In* Helmcke, J.G. & W. Krieger, Diatomeenschalen im Elektronenmikroskopischen Bild. Teil III, Taf. 201-300.

González, H., Bernal, P. & R. Ahumada. 1987. Desarrollo de dominancia local en las taxocenosis de fitoplancton de Bahía de Concepción, Chile, durante un evento de surgencia. Revista Chilena de Historia Natural 60(1): 19-35.

González, H. & L. Vergara. 1984. Interacción ecológica entre la diatomea epizoica *Pseudohimantidium pacificum* Hustedt & Krasske, 1941 y copépodos del género *Corycaeus*. Revista de Biología Marina, Valparaíso 20(1): 77-90.

Greville, R. 1863. Descriptions of New Genera and Species of Diatoms from the South Pacific. Transactions Botanical Society Edinburgh, 7: 534-543, 574-580; 8: 233-238.

Guzmán, L. & I. Campodónico. 1972. Fitoplancton de red en Puerto Edén, Chile (26 de marzo al 2 de abril de 1971). Anales del Instituto de la Patagonia 3(1-2): 209-219.

Guzmán, L. & I. Campodónico. 1978. Mareas Rojas en Chile. Interciencia 3(3): 144-151.

Guzmán, L., Campodónico, I. & J. Hermosilla. 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. I. Distribución espacial y temporal de *G. catenella*. Anales del Instituto de la Patagonia 6(1-2): 173-183.

Hasle, G.R. 1956. Phytoplankton and Hydrography of the Pacific Part of the Antarctic Ocean. Nature 177: 616-617.

HASLE, G.R. 1964. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* Species studied in the light and electron microscopes. I. Some marine species of the groups Nitzschiella and Lanceolatae. Skrifter utgitt av det norske Videnskaps-Akademi y Oslo I. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse Serie 16: 1-48, 16 Pls.

HASLE, G.R. 1965. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II. The Group Pseudonitzschia. Skrifter utgitt av det norske Videnskaps-Akademie y Oslo I. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse, Ny Serie 18: 1-45, 17 Pls.

HASLE, G.R. 1969. An analysis of the phytoplankton of the Pacific Southern Ocean: abundance, composition and distribution during the "Brategg" Expedition 1947-1948. Hvalradets skrifter. Skrifter utgitt av det norske Videnskaps-Akademie y Oslo I. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse 52: 1-168.

HASLE, G.R. 1972. The Distribution of *Nitzschia seriata* Cleve and Allied Species. Nova Hedwigia, Beihefte 39: 171-190.

HASLE, G.R. 1972. *Thalassiosira subtilis* (Bacillariophyceae) and two allied species. Norwegian Journal of Botany 19(2): 111-137.

HASLE, G.R. 1976. Examination of Diatom Type Material: *Nitzschia delicatissima* Cleve, *Thalassiosira minuscula* Krasske and *Cyclotella nana* Hustedt. British Phycological Journal 11: 101-110.

HASLE, G.R. 1976. The biogeography of some marine planktonic diatoms. Deep Sea Research 23: 319-338.

HASLE, G.R. 1978. Some *Thalassiosira* Species with one Central Process (Bacillariophyceae). Norwegian Journal of Botany 25: 77-110.

HASLE, G.R. 1980. Examination of *Thalassiosira* type material: *T. minima* and *T. delicatula* (Bacillariophyceae). Norwegian Journal of Botany 27: 167-173.

HASLE, G.R. 1983. The Marine, Planktonic Diatom *Thalassiosira oceanica* Sp. Nov. and *T. partheneia.* Journal of Phycology 19: 220-229.

HASLE, G.R. 1990. The planktonic marine diatom *Thalassiosira mediterranea* (synonym *Thalassiosira stellaris*). Diatom Research 5(2): 415-418.

HASLE, G.R. & B.R. HEIMDAL. 1970. Some Species of the Centric Diatom Genus *Thalassiosira* in the Light and Electron Microscopes. *In* Diatomaceae II, Friedrich Hustedt Gedenkband. Nova Hedwigia Beihefte 31: 559-581.

HEIDEN, H. & R.W. KOLBE. 1928. Die marinen Diatomeen der Südpolar-Expedition 1901-1903. *In* "Deutsche Südpolar-Expedition 1901-1903", herausgegeben von Erich von Drygalski, 8 (Botanik), 5: 447-715, 31-43. Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig.

HELBLING, W., AVARIA, S., LETELIER, J., MONTECINO, V., RAMÍREZ, B., RAMOS, M., ROJAS, W. & V. VILLAFAÑE. 1993. Respuesta del fitoplancton marino a la radiación ultravioleta en latitudes medias. Revista de Biología Marina, Valparaíso 28(2): 219-237.

HENDEY, N.I. 1937. The Plankton Diatoms of the Southern Seas. Discovery Reports 16: 151-364, 8 Pls.

HUSTEDT, F. 1927. Fossile Bacillariaceen aus dem Loa-Becken in der Atacama-Wüste, Chile. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde 18: 224-251.

HUSTEDT, F. 1931-1966. Die Kieselalgen, *In* L. Rabenhorsts Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 7(2): 1-176 (1931); S. 177-320 (1932); S. 321-432 (1933); S. 433-576 (1933); S. 577-736 (1937); S. 737-845 (1959); 7(3): 1-816 (1961-1966).

HUSTEDT, F. 1955. Neue und wenig bekannte Diatomeen. VII. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschat 68: 121-132.

JOHANSEN, J. & G. FRYXELL. 1985. The genus *Thalassiosira* (Bacillariophyceae): studies on species occurring south of the Antarctic Convergence Zone. Phycologia 24(2): 155-179.

JOUSE, A.P. 1968. Species novae Bacillariophytorum in sedimentis fundi Oceani Pacifici et Maris Ochotensis inventae. Novitatis Systematicae Plantarum Non Vascularium 1968: 12-21.

KARSTEN, G. 1905. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Damfer "Valdivia" 1898-1899, herausgegeben von Carl Chun. Band II, Teil II. G. Karsten. Das Phytoplankton des Antarktischen Meeres nach dem Material der Deutschen Tiefsee- Expedition 1898-1899, S. 1-136, Taf I-XIX.

KIM, D.H. 1970. Economically Important Seaweeds in Chile. I. *Gracilaria.* Botánica Marina 13: 140-162.

KOCH, P. & P. RIVERA. 1984. Contribución al Conocimiento de las Diatomeas Chilenas. III. El género *Chaetoceros* Ehr. (Subgénero Phaeoceros Gran). Gayana, Botánica 41(1-2): 61-84.

KOCH, P. & P. RIVERA. 1988. Taxonomía y morfología de cinco especies de *Chaetoceros* Ehrenberg (Subgénero Hyalochaete Gran) de las aguas costeras de Chile. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 12: 109-135.

KOCIOLEK, J. & E. STOERMER. 1988. Taxonomy, Ultrastructure and Distribution of *Gomphoneis herculeana, G. eriense* and Closely Related Species (Naviculales: Gomphonemataceae). Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 140(2): 24-97.

KÖRNER, H. 1970. Morphologie und Taxonomie der Diatomeengattung *Asterionella.* Nova Hedwigia 20(3-4): 557-724.

KOZLOVA, O.G. 1967. De speciebus Bacillariophytorum novis e partivus Antarcticis Indici et Pacifici. Novit. Syst. Plant. non Vasc. 1967: 54-62.

KRAMMER, K. & H. L. LANGE-BERTALOT. 1985. Naviculaceae. Bibliotheca Diatomologica, Vol. 9, 230 pp.

KRASSKE, G. 1939. Zur Kieselalgenflora Südchiles. Archiv für Hydrobiologie 35: 349-468.

KRASSKE, G. 1941. Die Kieselalgen des chilenischen Küstenplanktons. (Aus dem südchilenischen Küstengebiet, Beitrag 9). Archiv für Hydrobiologie 38: 260-287, Taf. 4-6.

KRASSKE, G. 1949. Subfossile Diatomeen aus den Mooren

patagoniens und Feurlands. Suomalaisen Tiedeakatemian Toimituksia. Annales Academie Scientiarum Fennicae, Sarja Series A, IV, Biologica V. 14, 94 S.

KÜTZING, F.T. 1844. Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. Nordhausen, 152 S., 30 Taf.

LANGE-BERTALOT, H. 1997. *Frankophila, Mayamaea* und *Fistulifera*: drei neue Gattungen der Klasse Bacillariophyceae. Archiv für Protistenkunde 148: 65-76.

LEMBEYE, G. 1981. Estructura del fitoplancton asociado a la presencia del veneno paralítico de los mariscos en Seno Unión y áreas adyacentes (Magallanes, Chile). Anales del Instituto de la Patagonia 12: 277-288.

LEMBEYE, G. & I. CAMPODÓNICO. 1984. First Recorded Bloom of the Dinoflagellate *Prorocentrum micans* Ehr. in South-Central Chile. Botanica Marina 27: 491-493.

LEMBEYE, G., GUZMÁN, L. & I. CAMPODÓNICO. 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. III. Fitoplancton asociado. Anales del Instituto de la Patagonia 6(1.2): 197-208.

LEMBEYE, G., GUZMÁN, L. & I. CAMPODÓNICO. 1978. Fitoplancton del sector oriental del Estrecho de Magallanes, Chile (5 al 13 de abril de 1976). Anales del Instituto de la Patagonia 9: 221-228.

LÓPEZ, M. 1971. Principales géneros de Diatomeas del Lago Vichuquén, Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural 179: 6-15.

LÓPEZ, M. 1980. Un nuevo subgénero de *Surirella* en sedimentos del Salar de Carcote, Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural 281-282: 3-7.

LLAÑA-GARIN A. 1942. Contribución al estudio de las diatomeas chilenas. Anales de la Facultad de Filosofía y Educación, Universidad de Chile, Sección de Biología, Cuaderno 1: 41-52.

MANGIN, L. 1915. Phytoplankton de l'Antartique, "Expedition du Pourquoi pas?" Deuxiéme Expedition Antarctique Francaise (1908-1910), commandée par le Dr. Jean Chracot. 95 pp., 3 Pls, Paris.

MANGIN, L. 1917. Sur le *Chaetoceros criophilus* espéce caractéristique des mers Antarctiques. Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Sciences 164: 704-709.

MEYER, R. 1966. Contribución al estudio del fitoplancton del Paso de Drake. Cuaderno 1. Ciencias del Mar, Universidad Católica, Valparaíso, pp. 41-82.

MEYER, R. 1970. Algunas observaciones sobre las muestras de fitoplancton recolectadas en la Operación Oceanográfica "Mar Chile V". Febrero-Marzo 1967. Investigaciones Marinas 1(4): 71-92.

MOELLER, J.D. 1891. Lichtdrucktafeln hervorragend schöner und vollständiger Moellerscher Diatomaceen Praeparate, 1891; Verzeichniss der in den Lichtdrucktafeln Moellersche Diatomaceen Praeparate enthaltenen Arten. Wedel.

MONTECINO, V. & S. CABRERA. 1982. Phytoplankton activity and standing crop in an inpoundment of Central Chile. Journal of Plankton Research 4(4): 943-950.

MONTECINO, V. & J. LOPEHANDIA. 1972. Diatomeas predominantes en el fitoplancton de San Antonio (1967-1968). Noticiero Mensual Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, 195-196: 4-12.

MÜHLHAUSER, H.A., HREPIC, N., MLADINIC, P., MONTECINO, V. & S. CABRERA. 1995. Water quality and limnological features of a high altitude Andean lake, Chungará, in northern Chile. Revista Chilena de Historia Natural 68: 341-349.

MÜLLER, O. 1909. Bacillariaceen aus Südpatagoniens. Engler's botanische Jarhbücher fúr Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 43(4): 1-40. Taf. 1-2.

MUÑOZ, P. & S. AVARIA. 1983. *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich, III, nuevo organismo causante de Marea Roja en la Bahía de Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 19(1): 63-78.

MUÑOZ, P. & S. AVARIA. 1997. Fenómenos de Marea Roja y otras floraciones algales en Chile. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 20:175-192.

MUÑOZ, P., AVARIA, S. & M. FARÍAS. 1991. Uso de información satélite en el estudio de un nuevo fenómeno de marea roja en la Bahía de Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 26(2): 415-435.

NAVARRO, N. & S. AVARIA. 1971. Fitoplancton del Lago Peñuelas. Anales del Museo de Historia Natural 4: 287-338.

NEGRETE, M.E. 1964. Bacillariophyceae (Diatomeas o Algas silíceas) de agua dulce de Santiago y alrededores. Anales de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de Chile, 16: 219-228.

PADDOCK, T.B.B. 1985. Observations and Comments on the Diatoms *Surirella fastuosa* and *Campylodiscus fastuosus* and on Other Species of Similar Appearance. Nova Hedwigia 41: 417-444.

PALMA, S. & K. KAISER. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso, 151 pp.

PARRA, O., BASUALTO, S., AVILÉS, D., URRUTIA, R. & P. RIVERA. 1993. Composición taxonómica del fitoplancton y fitobentos del Río Biobío, Concepción, Chile. *In* Faranda, F. & O. Parra (Eds.), Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y lluvia del Río Biobío. Monografías Científicas EULA, Editorial Universidad de Concepción, Vol. 12, pp. 189-216.

PARRA, O., DELLAROSSA, V. & E. UGARTE. 1976. Estudio limnológico de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez. I. Análisis cuali y cuantitativo del plancton invernal. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 50: 73-86.

PARRA, O., GONZÁLEZ, H. & M. GONZÁLEZ. 1984. A comparison of epiphytic diatom assemblages attached to filamentous algae in lotic freshwater habitats of Chile. Gayana, Botánica 41(1-2): 85-117.

PARRA, O., RIVERA, P., GONZÁLEZ, M. & H. HERMOSILLA. 1974. Análisis de la flora algológica de los estadios larvarios de *Caudiverbera caudiverbera* (Linnaeus) (Rana chilena). Boletín de la Sociedad

de Biología de Concepción 48: 85-89.

Parra, O., Rivera, P., Floyd, G.L. & L.W. Wilcox. 1991. Cultivo, morfología, ultraestructura y taxonomía de un fitoflagelado asociado a mareas rojas en Chile: *Heterosigma akashiwo* (Hada) Hada. Gayana, Botánica 48(1-4): 101-110.

Parra, O., Ugarte, E., Chuecas, L. & L. Balabanoff. 1977. Estudios preliminares sobre contaminación del Canal El Morro, Bahía de Concepción, Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 51: 225-230.

Parra, O., Ugarte, E. & V. Dellarossa. 1982. Periodicidad estacional y asociaciones en el fitoplancton de tres cuerpos lénticos en la Región de Concepción, Chile. Gayana, Botánica 36: 1-35.

Patrick, R. 1961. Results of Research in the Antofagasta Ranges of Chile and Bolivia. II. Diatoms (Bacillariophyceae) from the alimentary tract of *Phoenicoparrus jamesi* (Sclater). Postilla, Yale Peabody Museum 49: 43-55, 1 Pl.

Peragallo, M. 1921. Botanique. Premiére Partie. Diatomées d'eau douce. Deuxiéme Partie. Diatomées d'eau salée. Deuxiéme Expedition Antarctique Francaise (1908-1910) commandée par le Dr. Jean Charcot. Ovrage Publié sous les auspices du Ministére de l'Instruction Publique. Masson et Cie., Editeurs, Paris. 98 pp, Pls. 1-6.

Petit, P. 1889. Diatomées récolectées dans le voisinage du Cap Horn. Mission Scientifique du Cap Horn 1882-1883. Vol. V, Botanique, par P. Hariot, P. Petit, J. Müller d'Argovie, E. Bescherelle, C. Masslongo et A. Franchet. 400 pp., 33 Pls., 3 Maps. (Diatoms pp. 111-140). Gauthier-Villars et Fills, Imprimeurs-Libraires, Paris.

Reynolds, C.S., Montecino, V. , Graf, M.E. & S. Cabrera. 1986. Short-term dynamics of a *Melosira* population in the plankton of an impoundment in central Chile. Journal of Plankton Research 8(4): 715-740.

Rivera, P. 1967. Algunas especies de *Melosira* Ag. en el Lago Ranco. Boletín Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago 135: 3-9.

Rivera, P. 1969. Sinopsis de las diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana, Botánica 18: 1-112, 24 Láms.

Rivera, P. 1970. Diatomeas de los lagos Ranco, Laja y laguna de San Pedro, Chile. Gayana, Botánica 20: 1-25, 3 Láms.

Rivera, P. 1973. Diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. II. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 46: 169-175.

Rivera, P. 1974. Diatomeas epífitas en *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss recolectada en la costa chilena. Gayana, Botánica 25: 1-115, 16 Láms.

Rivera, P. 1974. Diatomeas de agua dulce de Concepción y alrededores. Gayana, Botánica, 28: 3-134, 140 figs.

Rivera, P. 1974. Diatomeas de la Laguna Verde del Parque Hualpén, Chile. I. Interesantes representantes del género *Attheya* (West, 1860). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 47: 87-91.

Rivera, P. 1975. Diatomeas de la Bahía de Concepción. III. *Amphipleura rutilans* (Trentepohl) Cleve, una diatomea muy poco conocida para la costa chilena. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 49: 125-129.

Rivera, P. 1979. Contribución al conocimiento de las diatomeas chilenas. I. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 4: 27-40.

Rivera, P. 1981. Beiträge zur Taxonomie und Verbreitung der Gattung *Thalassiosira* Cleve (Bacillariophyceae) in den Küstengewässern Chiles. Bibliotheca Phycologica 56: 1-222, 9 Abb., 71 Taf.

Rivera, P. 1983. A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Bibliotheca Diatomologica Vol. 3, 386 pp.

Rivera, P. 1983. Las investigaciones sobre la flora diatomológica marina de Chile: antecedentes históricos, estado actual y problemas relacionados con la taxonomía del grupo. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 54: 125-133.

Rivera, P. 1985. Diatomeas y silicoflagelados: Investigaciones realizadas en Chile y problemas existentes. Revista de Biología Marina, Valparaíso 21(1): 9-30.

Rivera, P. 1985. Las especies del Género *Nitzschia* Hassall, Sección Pseudonitzschia (Bacillariophyceae), en las aguas marinas chilenas. Gayana, Botánica 42(3-4): 9-40.

Rivera, P. 1985. Nuevo registro de *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle (Bacillariophyceae) para Chile. Gayana, Botánica 42(3-4): 51-56.

Rivera, P. 1992. El género *Pleurosira* (Menegh.) Trevisan, Bacillariophyceae, en Chile. Gayana, Botánica 49(1-4): 3-10.

Rivera, P. 1995. Diatomeas. *In* Simonetti, J. *et al.* (Eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, pp. 8-15.

Rivera, P. & D. Arcos. 1975. Diatomeas más comunes en la desembocadura del Río Bío-Bío. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 49: 223-230.

Rivera, P., Avaria, S. & H. Barrales. 1989. *Ethmodiscus rex* (Wallich) Hendey (Bacillariophyceae) collected by net sampling off the coast of northern Chile. Diatom Research 4(1): 131-142.

Rivera, P. & H. Barrales. 1989. El género *Rhoicosphenia* Grunow (Bacillariophyceae) en Chile. Gayana, Botánica 46(3-4): 213-223.

Rivera, P. & H. Barrales. 1994. *Asteromphalus sarcophagus* Wallich and Other Species of the Genus Off the Coast of Chile. *In* Kocioleck, P. (Ed.), Proceedings XI International Diatom Simposium. California Academy of Sciences, Memoir 17: 37-54.

Rivera, P. & H. Barrales. 1994. El género *Stellarima* Hasle & Sims (Bacillariophyceae) en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 67: 163-168.

Rivera, P. & H. Barrales. 1999. Observations on *Azpeitia neocrenulata* (VanLandingham) Fryxell & Watkins (Bacillariophyceae) from Chilean marine waters. Gayana, Botánica 56(2): 87-91.

Rivera, P. & M. Gebauer. 1989. Diatomeas chilenas en

las colecciones de Boyer, Cleve & Möller, Schulze y Smith, depositadas en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, Estados Unidos. Gayana, Botánica 46(1-2): 89-116.

Rivera, P., Gebauer, M. & H. Barrales. 1990. A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Part II. Data from 1982 to 1988. Gayana, Botánica 46(3-4): 155-198.

Rivera, P. & M. González. 1984. Microalgas de los Colectores de Larvas de Mitílidos en Bahía Coliumo, Chile. Phycologia Latinoamericana, 2: 27-81.

Rivera, P., González, H. & H. Barrales. 1986. Cingulum and Valve Morphology of *Pseudohimantidium* Hustedt & Krasske (Bacillariophyceae). Phycologia 25(1): 19-27.

Rivera, P. & L. Herrera. 2000. First record of *Neostreptotheca torta* von Stosch f. *triangularis* von Stosch (Bacillariophyceae) from the southeastern Pacific. Cryptogamie Algologie 21(1): 1-7.

Rivera, P., Herrera, L. & H. Barrales. 1996. Report of two species of *Thalassiosira* (Bacillariophyceae): *T. rotula* Meunier and *T. Anguste-lineata* (A. Schmidt) Fryxell & Hasle, as new to northern Chile. Cryptogamie Algologie 17(2): 123-130.

Rivera, P. & P. Koch. 1984. Contributions to the Diatom Flora of Chile. II. Proceedings of the 7th International Diatom Symposium 1982, pp. 279-298.

Rivera, P., Parra, O. & M. González. 1973. Fitoplancton del Estero Lenga, Chile. Gayana, Botánica 23: 1-93, 11 Láms.

Rivera, P., Parra, O., González, M., Dellarossa, V. & M. Orellana. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. IV. Bacillariophyceae. Editorial Universidad de Concepción, 97 pp., 15 Láms.

Rivera, P. & H. Valdebenito. 1979. Diatomeas recolectadas en las desembocaduras de los Ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue, Chile. Gayana, Botánica 35: 1-99, 135 Figs.

Rodríguez, L. 1976. "Marea roja" en el norte de Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural, Santiago 21(243-244): 6-8.

Rodríguez, L. 1978. "Marea Roja" en la Bahía de San Jorge, Antofagasta, Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural 266: 6-8.

Rodríguez, L. 1982. Análisis fitoplanctónico en biodeposiciones de *Tagelus (Tagelus) dombeii* Lamarck y de los sedimentos recientes en que vive. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural 276: 4-8.

Rodríguez, L. & R. Escribano. 1996. Bahía Antofagasta y Bahía de Mejillones del Sur: Observaciones de la temperatura, penetración de la luz, biomasa y composición fitoplanctónica. Estudios Oceanológicos 15: 75-85.

Rodríguez, L. & O. Zárate. 1985. Nuevas observaciones sobre "Mareas Rojas" en la Bahía de San Jorge, Antofagasta. Estudios Oceanológicos 4: 81-85.

Rodríguez, L., Zárate, O. & E. Oyarce. 1985. "Marea Roja" en la Bahía de San Jorge, Antofagasta. Revista de Biología Marina, Valparaíso 21(2): 273-294.

Romero, O. 1994. Variación morfológica de *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve (Bacillariophyceae) en el Fiordo Aysén, Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 29(1): 1-21.

Romero, O. 1996. *Cocconeis sedimentaria* sp. nov. (Bacillariophyceae), a marine diatom from the southeastern coastal waters of the Pacific Ocean. Diatom Research 11(2): 305-316.

Romero, O. 1996. Ultrastructure of four species of the diatom genus *Cocconeis* with the description of *C. pseudocostata* spec. nov. Nova Hedwigia 63(3-4): 361-396.

Romero, O. & P. Rivera. 1994. Morfología de *Diplomenora cocconeiforma* (Schmidt) Blazé (Bacillariophyceae) de las aguas marinas de Chile. Cryptogamie Algologie 15(3): 213-220.

Romero, O. & P. Rivera. 1996. Morphology and taxonomy of three varieties of *Cocconeis costata* and *C. pinnata* (Bacillariophyceae) with considerations of *Pleuroneis*. Diatom Research 11(2): 317-343.

Schmidt, A. et al. 1874-1959. Atlas der Diatomaceen-Kunde. R. Reisland, Leipzig. Heft 1-120, Taf. 1-460 (Taf. 1-216, A. Schmidt; 213-216, M. Schmidt; 217-240, 1900-1901, F. Fricke; 241-244, 1903, H. Heiden; 245-246, 1904, O. Müller; 247-256, 1904-1905, F. Fricke; 257-264, 1905-1906, H. Heiden; 265-268, 1906, F. Fricke; 269-472, 1911-1959, F. Hustedt).

Schrader, H.J. 1976. Cenozoic Planktonic Diatom Biostratigraphy of the Southern Pacific Ocean. *In* Hollister, C.D. *et al.* (Eds.), Initial Reports of the Deep Drilling Project, 35: 605-671.

Semina, H. 1979. The Geography of Plankton Diatoms of the Southern Ocean. Nova Hedwigia Beihefte 64: 341-358.

Sievers, H., Prado, R., Muñoz, P. & S. Avaria. 1993. Distribución vertical de características oceanográficas en la Laguna San Rafael, Chile (Lat. 46° 40'S, Long. 73° 55'W). Revista de Biología Marina, Valparaíso 28(1): 175-189.

Simonsen, R. 1990. On some diatoms of the genus *Mastogloia*. Nova Hedwigia 100: 121-142.

Sundström, B. 1986. The Marine Diatom Genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund, Alemania, 196 pp.

Syvertsen, E.E. & G. Hasle. 1982. The Marine Plankton Diatom *Lauderia annulata* Cleve, with particular reference to the processes. Bacillaria 5: 243-256.

Tempere, J. & H. Peragallo. 1907-1915. Diatomées du Monde Entier. Edition 2. 30 fasc. Arcachon, Grez-sur-Loing (S. et M.). Fascicule 1, pp.1-16, 1907; 2-7, pp. 17-112, 1908; 8-12, pp. 113-208, 1909; 13-16, pp. 209-256, 1910; 17-19, pp. 257-304, 1911; 20-23, pp. 305-352, 1912; 24-28, pp.353-448, 1913; 29-30, pp. 449-480, 1914; Tables, pp. 1-68, 1915 (Exsicatta, slides 1-1000, 1915).

Thomasson, K. 1955. Studies in South American Freshwater Plankton. 3. Plankton from Tierra del

Fuego and Valdivia. Acta Horti Gothoburgensis 19(6): 193-225.

THOMASSON, K. 1963. Araucarian Lakes. Acta Phytogeographica Suecica 47: 1-139.

THOMASSON, K. 1964. Plankton and environment of North Patagonian Lakes.. Studies on South America Fresh-water plankton. 6. Annales Societatis Tartuensis ad res naturae investigandas constitutae, Ser. Nova in exilio Condita, IV, pp. 9-28.

THOMASSON, K. 1964. Two Surirellaceae from South America. Nova Hedwigia 8(1-2): 135-137.

THOMSEN, H.A., BUCK, K.R., MARINO, D., SARNO, D., HANSEN, L. OSTERGAARD, J.B. & J. KRUPP. 1993. *Lenoxia faveolata* gen. et sp. nov. (Diatomophyceae) from South America, California, West Greenland and denmark. Phycologia 32(4): 278-283.

TORO, J. 1984. Determinación de las fluctuaciones mensuales de la abundancia y de la biomasa fitoplanctónica en el Estuario del Río Queule (Chile, IX Región). Revista de Biología Marina, Valparaíso 20(1): 23-37.

URIBE, E. 1982. Influencia del fitoplancton y producción primaria de las aguas antárticas en relación con la distribución y comportamiento del krill. INACH, Serie Científica 28: 163-180.

URIBE, E. 1985. Indicadores biológicos en el fitoplancton marino. Revista de Biología Marina, Valparaíso 21(1): 151-172.

URIBE, E., NESHYBA, S. & T. FONSECA. 1982. Phytoplankton community composition across the West Wind Drifft off South America. Deep-Sea Research 29(10A): 1229-1243.

URIBE, J.C. 1988. Antecedentes sobre un tercer brote de veneno paralizante de moluscos (VPM) en la Región de Magallanes. Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales 18: 97-101.

VERA, P., AVARIA, S. & P. MUÑOZ. 1996. Composición y distribución del fitoplancton de los fiordos adyacentes a Campos de Hielo Sur y su relación con algunos parámetros oceanográficos. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 19: 73-92.

VILA, I., BARENDS, I. & V. MONTECINO. 1987. Abundancia y distribución temporal del fitoplancton en el Embalse Rapel, Chile Central. Revista Chilena de Historia Natural 60(1): 37-55.

YÁÑEZ, P. 1948. Información preliminar sobre el ciclo anual del plancton superficial en la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 1(1): 57-59.

ZACHARIAS, O. 1906. Über Periodizität, Variation und Verbreitung verschiedener Planktonwessen in südlichen Meeren. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde 1: 498-575.

ZÚÑIGA, L., DOMÍNGUEZ, P. & M. CARVAJAL. 1986. Distribución espacio-temporal del fitoplancton de la Laguna El Plateado (Valparaíso, Chile). Anales del Museo de Historia Natural, Valparaíso 16: 41-54.

Fecha de publicación: 15.10.2000

CYANOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, CHLOROPHYCEAE, ZYGNEMATOPHYCEAE Y CHAROPHYCEAE EN ARROZALES DE CHILE

CYANOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, CHLOROPHYCEAE, ZYGNEMATOPHYCEAE AND CHAROPHYCEAE IN CHILEAN RICE PADDIES

Iris Pereira[1], Guissella Reyes[2] y Víctor Kramm[2]

RESUMEN

Se realizó un estudio taxonómico de ciertos grupos de algas en algunos arrozales de Chile provenientes de 15 localidades comprendidas entre la VI y VIII regiones. Se analizó un total de 31 muestras colectadas en enero de 1997. Se determinó un total de 40 taxa: 5 Cyanophyceae, 11 Euglenophyceae, 6 Chlorophyceae, 16 Zygnematophyceae y 2 Charophyceae. De estos 40 taxa, 9 corresponden a nuevas citas para Chile y se extiende la distribución de 22 taxa en el país. En este trabajo no se incluyen las Bacillariophyceae (diatomeas). Las malezas algales más desarrolladas en los arrozales fueron *Nitella acuminata*, seguida de *Chara braunii* y en menor grado algas filamentosas de los órdenes Oedogoniales y Zygnematales.

PALABRAS CLAVES: Malezas algales, campos arroceros, aguas dulces lénticas.

ABSTRACT

A taxonomical study of the group algae of rice paddy fields were described at 15 localities in the 6th, 7th and 8th regions of Chile. 31 samples collected during january 1997 contained a total of 40 taxa: 5 Cyanophyceae, 11 Euglenophyceae, 6 Chlorophyceae, 16 Zygnematophyceae and 2 Charophyceae. 9 of these taxa were new records for Chile and it extends the distribution of others 22 taxa in the country. In this work, the Bacillariophyceae (diatoms) is not include. The most developed weed algae in paddy fields are *Nitella acuminata*, followed by *Chara braunii* and to a lesser degree, filamentous algae of the orders Oedogoniales and Zygnematales.

KEYWORDS: Algal weeds, paddy field, lentic freshwater.

INTRODUCCION

En Chile, las algas componentes del plancton y el bentos de agua dulce, de diversos cuerpos dulceacuícolas, han sido ampliamente estudiadas por diversos autores (Borge 1901; Thomasson 1955, 1963; Parra 1975; Parra y González 1973, 1977a, b; Parra *et al.* 1982a, 1982b, 1983; Pereira y Parra 1984; Theoduloz y Parra 1984, entre otros). Sin embargo, existe un desconocimiento total acerca de las algas que crecen en pozas temporales como son los arrozales de nuestro país. En estos ambientes, las algas juegan un doble rol. Por un lado, algunas actúan como biofertilizantes naturales para el suelo, como es el caso de las Cianófitas del Orden Nostocales, que tienen la doble capacidad de fotosintetizar y fijar nitrógeno atmosférico, cuando en los cultivos no se aplican fertilizantes nitrogenados sintéticos, ya que éstos disminuyen la eficiencia en la fijación de nitrógeno. También es conocido que muchas Cinófitas liberan al medio una serie de sustancias benéficas para el cultivo de arroz (tipo taxinas) que actúan en el control de plagas de nemátodos o de ciertas especies de malezas

[1] Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile.
[2] Centro Regional de Investigación Quilamapu, Vicente Méndez 515, Chillán, Chile.

superiores de los géneros *Cyperus, Panicum* y *Ludwighia* (Subrahmanyan 1959, Subrahmanyan and Manna 1966) y otras sustancias como vitaminas, que sin duda permiten un mejor desarrollo de este cereal. Sin embargo, por otro lado, existen otras algas que actúan como malezas, en especial, las macrofíticas de la clase Charophyceae (*Nitella* y *Chara*) y los representantes filamentosos de la Clase Chlorophyceae (*Oedogonium, Spirogyra*), las cuales se desarrollan a veces en forma masiva compitiendo por nutrientes y luz con las plántulas de arroz. De manera que parece muy importante conocer que algas en el presente se desarrollan en forma espontánea en los arrozales, a pesar de la utilización sistemática en los últimos años de fertilizantes nitrogenados sintéticos para este tipo de cultivo en nuestro país.

En Chile, las zonas de cultivo de este cereal se extendían desde la VIII Región por el sur hasta la Región Metropolitana por el norte (Melipilla, 60 km al SO de Santiago, 33°41'S, 71°13'W) (INIA, 1996) (Mapa 1). Sin embargo, en la actualidad éstas se encuentran restringidas entre la VIII y VI regiones. Algunos agricultores de la zona de Melipilla, donde este cultivo ha desaparecido, sostienen que la causa de desaparición se debería a la presencia de una maleza (alga) denominada vulgarmente como "luche". Sobre la base de la información disponible, nos ha parecido importante y urgente iniciar, en primera instancia, un estudio acerca de ciertos grupos de algas como: Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae y Charophyceae que se desarrollan en forma espontánea en estos cultivos, para posteriormente analizar más acuciosamente la eficacia y eficiencia de cianófitas fijadoras de nitrógeno atmosférico y averiguar la competencia real que se establece entre las algas macrofíticas y las filamentosas con las plántulas y plantas de este cereal. A pesar, que en este tipo de ambiente crecen bastantes diatomeas sedentarias y éstas juegan un rol dañino especialmente durante la germinación de las semillas de arroz, dado que muchas de ellas producen secreciones mucilaginosas que se adhieren a las semillas o las plántulas de arroz aún sumergidas perturbando el normal arraigo y desarrollo y privándolas a su vez de aire, luz y calor (Batalla 1975), como también lo hacen otros grupos de algas, éstas no fueron estudiadas, dada la falta de experticia de los autores en este grupo.

AREA DE ESTUDIO

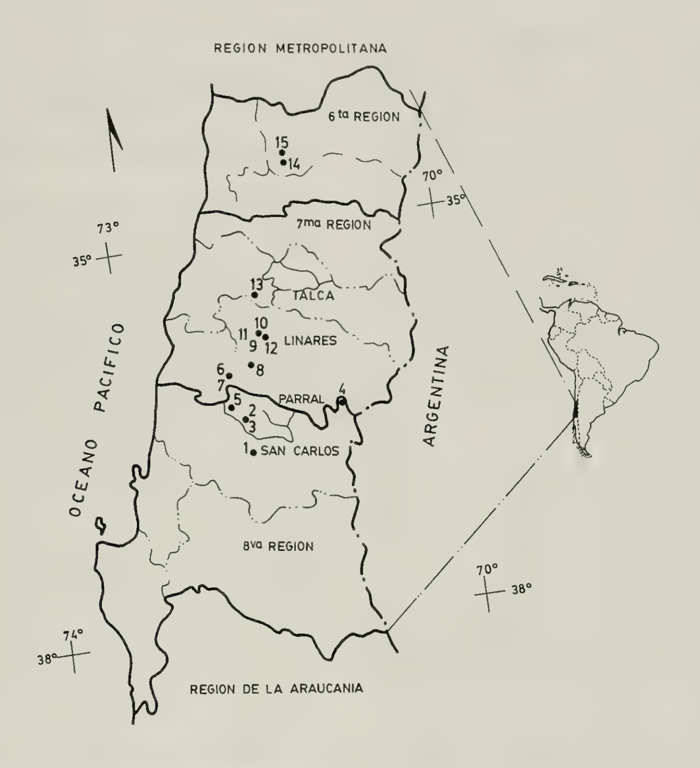
El área de estudio se encuentra comprendida entre los 34°41'S y 36°41'S y los 71°03'O y 72°05'O. Las posiciones geográficas de las localidades muestreadas se determinaron con un receptor GPS Mafellan Promark X en un promedio de 60 observaciones por punto (Tabla I).

Tabla I. Localidades muestreadas de sur a norte.

Table I. Sampled localities from sud to nord.

Localidades	Posición geográfica	Región	Altitud (m)	Fecha colecta
1. Chillán	36°41'S, 71°54'O	VIII	275	02-03-01-97
2. Las Garzas	36°22'S, 71°57'O	VIII	150	22-01-97
3. Las Brisas	36°23'S, 71°58'O	VIII	170	22-01-97
4. Millauquén	36°19'S, 71°03'O	VIII	130	22-01-97
5. Trapiche	36°18'S, 72°05'O	VIII	100	22-01-97
6. Buen Retiro	36°01'S, 72°02'O	VII	125	22-01-97
7. Racimo de Oro	36°04'S, 72°02'O	VII	193	22-01-97
8. Michongo	35°58'S, 71°50'O	VII	145	22-01-97
9. Los Maitenes	35°46'S, 71°45'O	VII	115	22-01-97
10. Linares	35°44'S, 71°45'O	VII	154	02-01-97
11. Loncomilla	35°46'S, 71°49'O	VII	90	02-01-97
12. Palmilla	35°49'S, 71°43'O	VII	115	22-01-97
13. Las Rastras	35°27'S, 71°23'O	VII	210	22-01-97
14. San Miguel del Huique	34°34'S, 71°18'O	VI	160	21-01-97
15. Peralillo	34°29'S, 71°18'O	VI	127	21-01-97

Según la WGS de 1984.



MAPA 1. Ubicación geográfica de las localidades estudiadas.

MAP 1. Geographical position of the studied localities.

MATERIALES Y METODOS

Se muestreó un total de 15 localidades comprendidas entre la VI y VIII regiones del país (Mapa 1). Se analizó un total de 31 muestras, las cuales se colectaron durante la estación de verano (los días 2, 21 y 22 de enero de 1997). Durante el período de colecta las plantas de arroz se encontraban en etapa de floración y el nivel del agua se mantenía entre 10 y 15 cm de profundidad. Las algas macrofíticas y filamentosas fueron obtenidas en forma manual o mediante la utilización de pinzas metálicas junto con agua, las cuales fueron debidamente etiquetadas con la información de la localidad, fecha de colecta y colector. El plancton se obtuvo arrastrando un frasco a ras del agua y en otros casos introduciendo el frasco dentro ésta. No se utilizó red de plancton dado el cárácter de estos ambientes, pues son muy turbios y de baja profundidad. El material así recolectado fue fijado en terreno con formalina al 4 %.

Para la determinación taxonómica, se dispuso de una lupa binocular Kyowa Optical con ocular graduado y de un microscopio Nikon Optiphot, equipado con cámara clara y equipo fotomicrográfico y de la bibliografía atingente a cada grupo. El material estudiado se encuentra depositado en la Algoteca del Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología de la Universidad de Talca.

RESULTADOS

PARTE TAXONOMICA

Se determinó un total de 40 taxa: 6 Cyanophyceae, 11 Euglenophyceae, 5 Chlorophyceae, 16 Zygnematophyceae y 2 Charophyceae. En este trabajo no se incluyó a las diatomeas.

De éstos, 9 taxa corresponden a nuevas citas para Chile: *Anabaena fuellerbornii* Schmidle, *Trachelomonas armata* (Ehrbg.) Stein, *T. hispida* (Perty) Stein emend. Deflandre var. *crenulatocollis* (Mask.) Lemm, *Oedogonium franklinianum* Wittrock, *O. giganteum* Kützing, *O. lageniforme* Hirn, *Spirogyra ellipsospora* Transeau, *Chara braunii* Gmel. y *Nitella acuminata* A. Br. ex Wallm.

Clase CYANOPHYCEAE
Familia OSCILLATORIACEAE

OSCILLATORIA Vaucher ex Gomont

Oscillatoria tenuis Agardh (figs. 1, 2)

Agardh, Alg. Dec. 2: 25, 1813; Geitler, 959, fig. 611f,g, 1932; Desikachary, p. 222-223, Pl. 42, fig. 15, 1959; Parra *et al.*, p. 41, figs. 156-158, 1982b.

Filamentos de 4,8-6 µm de ancho, verde-azulado claro. Tricomas compuestos por células más anchas que largas, de 3-4 µm de largo, 4,8-5,6 µm de ancho, con notorios gránulos a nivel de los tabiques transversales.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en la localidad de Trapiche (Loc. 5), VIII Región. La especie ha sido citada con anterioridad en Chile de: Santiago, Región Metropolitana (Licuime 1963); Ríos Claro, Loncomilla, Lircay, Maule, Putagán, Ancoa, Archibueno, Longaví y Paso Nevado, VII Región (Adlerstein 1979); Estero Lenga (Parra y González 1973), Lagunas Lo Méndez y La Posada (Parra *et al.* 1981), Laguna Grande San Pedro, (Gónzalez 1980), Laguna Quiñenco (Dellarossa *et al.* 1980); Chiloé, en riachuelos y Lago Tepuhueico, X Región (Parra *et al.* 1981).

Material estudiado: N° 5-1.

Familia NOSTOCACEAE

ANABAENA Bory de St. Vincent ex Bornet et Flahault

Anabaena fuellebornii Schmidle (figs.3, 4, 5)

Schmidle, Engler's Bot. Jahrb., 32: 61, pl. 1, fig. 4, 1892; Geitler, 904, fig. 567e, 1932; Desikachary, p. 401- 403, Pl. 71, fig. 11 y Pl. 75, figs. 1,3, 1959.

Células cilíndricas, de 5,5-8,8 µm de largo y 4,8-5,2 µm de ancho. Heterocistos oblongos, de 9,6 µm de largo y 6,4 µm de ancho. Aquinetas elipsoidales o cilíndricas, 16-18 (-21) µm de largo y 5-8 µm de ancho. Episporio amarillo con finas papilas.

Ecología: Forma parte del fitoplancton. Especie potencialmente fijadora de nitrógeno atmosférico. Presencia de esporas de resistencia en época de verano, 22/01/97.

Distribución: Aparece en la localidad de Las Garzas (Loc. 2), VIII Región.

Material estudiado: N° 2-1.

La especie se cita por primera vez para Chile.

NOSTOC Vaucher ex Bornet et Flahault

Nostoc* cf. *hatei Dixit (figs. 16, 17, 18)

Dixit, Proc. Indian Acad. Sci., B, 3: 101, fig. 30, 1936.

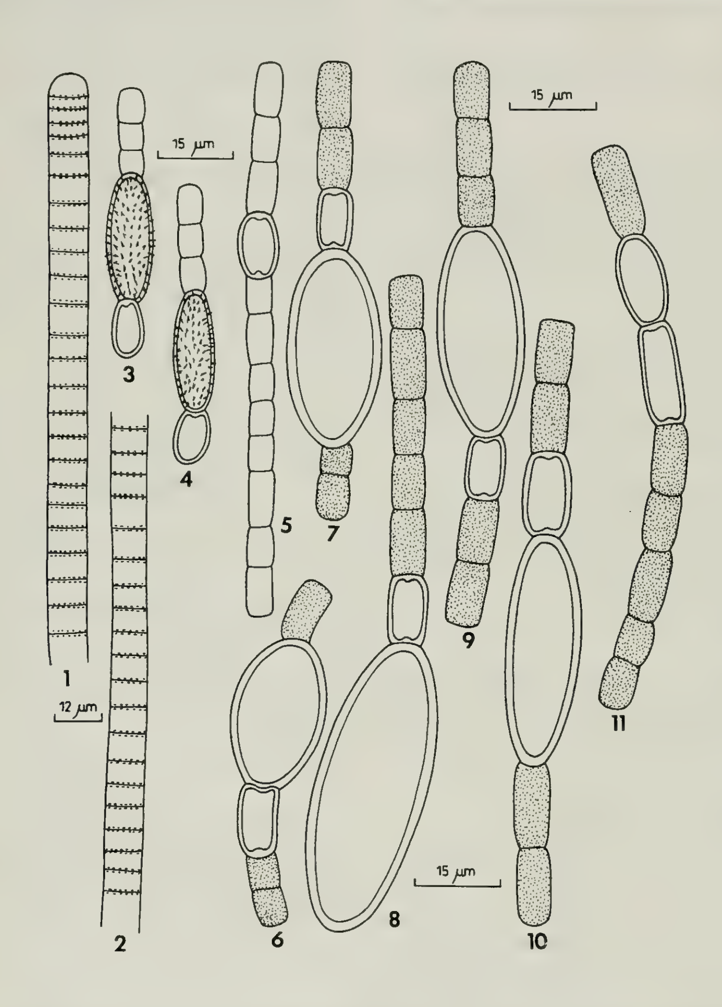
Cenobios esféricos, verde-azulados. Filamentos muy enrollados constituidos por células esféricas o subesféricas, 2,5-3 µm de largo, 4 µm de ancho. Heterocistos intercalares y terminales, esféricos o subesféricos, levemente más grandes que las células vegetativas, 4-6,5 µm de largo, 4,5-5,6 µm de ancho.

Ecología: Forma parte del perifiton; pero a veces los cenobios aparecen adheridos a plantas acuáticas. Especie potencialmente fijadora de nitrógeno. Sin aquinetas.

Distribución: Presente en la localidad de Buen Retiro (Loc. 6), VII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 6-1.

OBSERVACIONES TAXONÓMICAS: De acuerdo a las características vegetativas como forma y dimensiones de células vegetativas y heterocistos observadas en el material estudiado, este taxon se ha atribuido a *Nostoc* cf. *hatei*; sin embargo, dado la falta de aquinetas no ha sido posible asignarlo con propiedad a esta especie.



FIGS. 1, 2: *Oscillatoria tenuis*. FIGS. 3, 4, 5: *Anabaena fuellebornii*. FIGS. 6, 7, 8, 9, 10, 11: *Cylindrospermum muscicola* var. *longispora*.

FIGS. 1, 2: *Oscillatoria tenuis*. FIGS. 3, 4, 5: *Anabaena fuellebornii*. FIGS. 6, 7, 8, 9, 10, 11: *Cylindrospermum muscicola* var. *longispora*.

CYLINDROSPERMUM Kützing

Cylindrospermum muscicola Kützing ex Born. et Flah. var. ***longispora*** Dixit (figs. 6, 7, 8, 9, 10, 11)

Dixit, Proc. Indian Acad. Sci., B,3:100, fig.3 A,B, 1936; Geitler, 822, fig. 520d, 1932; Desikachary, p. 366-367, Pl. 64, figs 2, 10, 1959.

Talos expandidos, muscilaginosos. Tricomas de 4-5,5 µm de ancho, constreñidos levemente a nivel de los tabiques transversales, verde azulado claro. Células cilíndricas o casi cuadrangulares. Heterocistos oblongos, 5-8 µm de ancho, 9-12 µm de largo. Aquinetas ovales, 14-17 µm de largo, episporio liso, amarillo oscuro.

Ecología: Forma parte del perifiton. Es una especie muy frecuente en los arrozales, especialmente en aquéllos de la VII Región y potencialmente fijadora de nitrógeno atmosférico. Presencia de esporas de resistencia en época de verano, 22/01/97.

Distribución: Aparece en las localidades de Las Garzas, Las Brisas, Millauquén (Locs. 2, 3-1, 4), VIII y VII regiones. El taxon ha sido citado en Chile en el plancton de pozas estancadas en la Isla de Chiloé, X Región (Parra y González 1978).

Material estudiado: Nº 2-1, 3-1.

Desikachary (1959) señala esta especie en cultivos de arroz en Mandapeshwar, Borivali, China. De acuerdo a este mismo autor existen varias especies de este género que participan en la fijación de nitrógeno.

Familia RIVULARIACEAE

GLOEOTRICHIA J.G. Agardh ex. Bornet et Flahault

Gloeotrichia natans Rabenshorst ex Born. et Flah. (figs. 12, 13, 14, 15)

Bornet et Flahault, Ann. Sci. Nat. Bot. Ser. 7: 323 1886; Geitler, 639, Fig 407, 1932; Desikachary, p. 561-562, Pl. 118, figs. 7, 15, 1959; Parra *et al.*, p. 30, fig. 64, 1982b.

Talos esféricos, blandos, de 5 cm de diámetro; tricomas de 7,2-8 µm de ancho, vainas con la base lamelada. Células en la base del tricoma más cortas que anchas, y hacia el extremo distal, células más largas que anchas, terminadas en una célula cónica. Heterocistos esféricos o casi esféricos, 10,4-12 µm de ancho y de 10,4-13,6 µm de largo. Aquinetas elipsoidalmente alargadas, 12,8-16 µm de ancho y 21,6-31,2 µm de largo.

Ecología: Forma parte del perifiton. Especie potencialmente fijadora de nitrógeno atmosférico. Presencia de esporas de resistencia en época de verano, 21/01/97.

Distribución: Presente en la localidad de San Miguel del Huique (Loc. 14), VI Región. Esta especie ha sido citada con anterioridad en Chile, sin precisar localidad (Parra *et al.* 1982a).

Material estudiado: Nº 14-1.

Clase EUGLENOPHYCEAE
Familia EUGLENACEAE

EUGLENA Ehrenberg

Euglena acus Ehrenberg var. ***longissima*** Deflandre (figs. 19, 20, 21, 22)

Deflandre, Rev. Algol.1: fig. 20:a-c, 1924; Parra *et al.*, p. 63, fig. 5, 1982a.

Células alargadas, algo curvadas, de 236-290 µm de largo y 8-10 µm de ancho, con el extremo posterior adelgazado.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Presente en la localidad de Las Brisas (Loc. 3-3), VIII Región. Se conoce con anterioridad en Chile: del Estero Lenga (Parra y González 1973) y de Laguna Lo Méndez, VIII Región (Parra *et al.* 1981).

Material estudiado: Nº 3-3.

Euglena fusca (Klebs) Lemmermann (fig. 23)

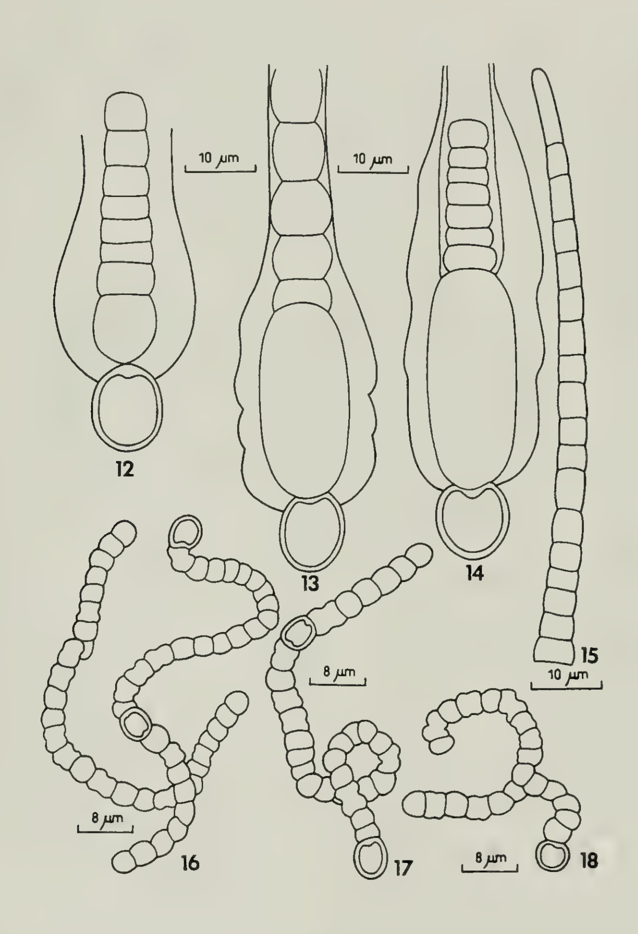
Lemmermann, Krypt. Fl. Mark Brandenburg, 3: fig. 38:a-i, 1910; Parra *et al.*, p. 64, figs. 10-12, 1982a.

Células planas o levemente espiraladas, de 146-150 µm de largo y 22-23 µm de ancho en la parte media de la célula, con estrías paralelas al eje longitudinal de la célula; estrías con pequeños gránulos a lo largo de éstas. Película rígida. Células con dos granos de paramilo, uno superior, de 30 x 18 µm y el inferior, de 34 x 10 µm.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Presente en las localidades de Millauquén y Los Maitenes (Loc. 4, 9), VIII y VII regiones. La especie se conoce con anterioridad en Chile: Lago Pellaifa (Thomasson 1963); Cuenca del río Valdivia, X Región (Dürrschmidt 1978).

Material estudiado: N° 4-1, 9-1.



Figs. 12, 13, 14, 15: *Gloeotrichia natans*. Figs. 16, 17, 18: *Nostoc* cf. *hatei*.

Figs. 12, 13, 14, 15: *Gloeotrichia natans*. Figs. 16, 17, 18: *Nostoc* cf. *hatei*.

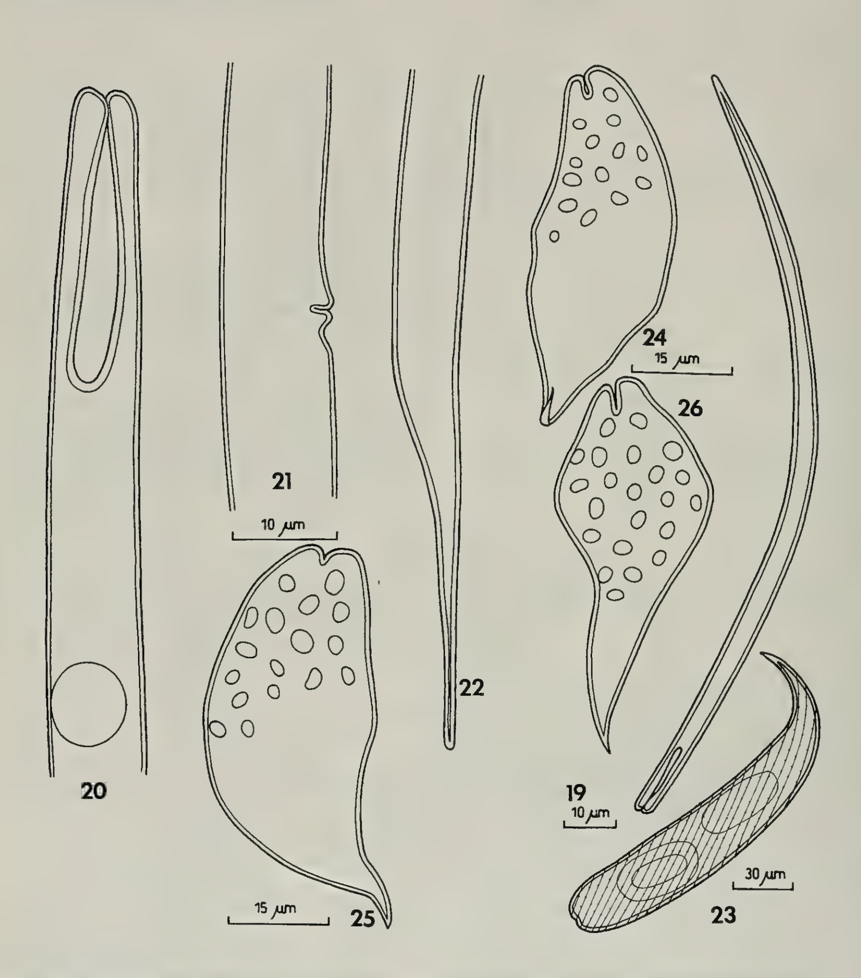
Euglena sanguinea Ehrenberg (figs. 24, 25, 26)

Ehrenberg, Ann. Phys.: fig. 88, 1830; Parra *et al.*, p. 64, figs 27-28 1982a.

Células de forma irregular, piriformes u ovoides, de 56-64 μm de largo y 24-25 μm de ancho.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Presente en la localidad de Millauquén (Loc. 4), VIII Región. Citada con anterioridad en Chile (Parra *et al.* 1982a), sin precisar localidad.



Figs. 19, 20, 21, 22: *Euglena acus* var. *longissima*. Fig. 23: *Euglena fusca*. Figs. 24, 25, 26: *Euglena sanguinea*

Figs. 19, 20, 21, 22: *Euglena acus* var. *longissima*. Fig. 23: *Euglena fusca*. Figs. 24, 25, 26: *Euglena sanguinea*

PHACUS Dujardin

Phacus orbicularis Hübner (figs. 27, 28)

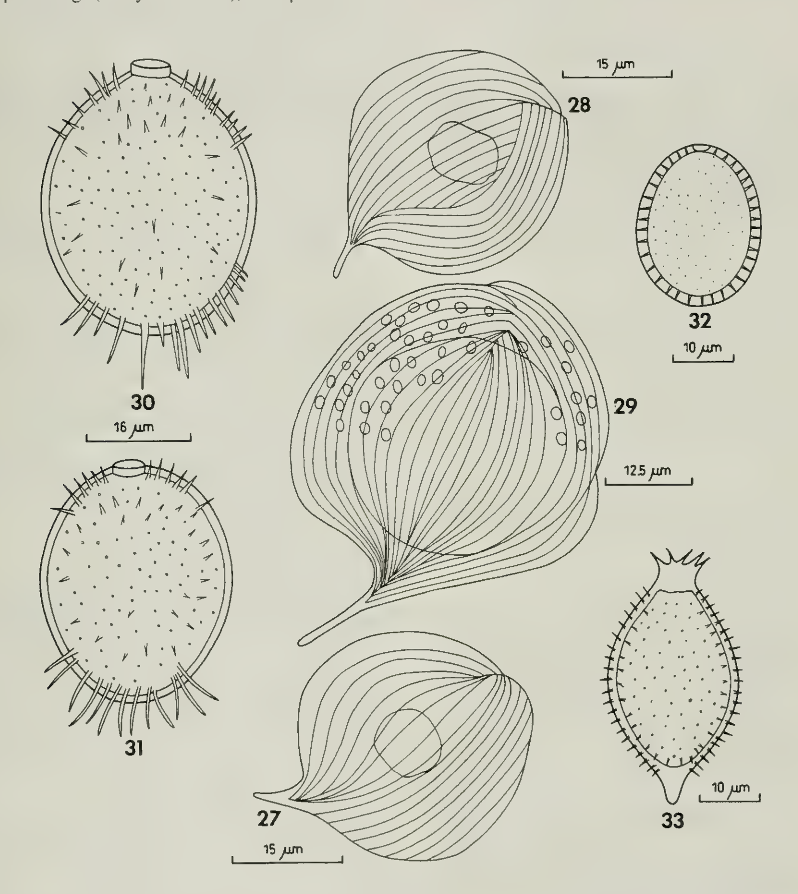
Hübner, Progr. Realgymn. Stralsund.: fig. 163: a-p, 1886; Parra *et al.*, p. 67, fig. 69, 1982a.

Celúlas planas, levemente giradas helicoidalmente, de 42-48 µm de largo (incluyendo la cola), 30-36 µm de ancho.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en las localidades de Las Brisas, Racimo de Oro, Los Maitenes (Locs. 3, 7, 9), VIII y VII regiones. Citado anteriormente por (Parra *et al.* 1982a), sin especificar localidad.

MATERIAL ESTUDIADO: N°3-1, 7-1, 9-1.



FIGS. 27, 28: *Phacus orbicularis*. FIG. 29: *Phacus pleuronectes*. FIGS. 30, 31: *Trachelomonas armata*. FIG. 32: *Trachelomonas bacillifera*. FIG. 33: *Trachelomonas caudata*.

FIGS. 27, 28: *Phacus orbicularis*. FIG. 29: *Phacus pleuronectes*. FIGS. 30, 31: *Trachelomonas armata*. FIG. 32: *Trachelomonas bacillifera*. FIG. 33: *Trachelomonas caudata*.

Phacus pleuronectes (Müller) Dujardin (fig. 29)

Dujardin, Hist. Nat. Zoophy. Infus. fig. 146:a-h, 147, 1841; Parra *et al.*, p.67, figs. 73-76, 1982a.

Células planas, más o menos circulares, con numerosas estrías y con una cola pequeña, de 56-72 µm de largo y de 50-52 µm de ancho.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en la localidad de Millauquén (Loc. 4), VIII Región. Se conoce con anterioridad en Chile en: Prov. Aconcagua, Zapallar, en aguas semisalobres de las pequeñas lagunillas del Mar Bravo, V Región (Johow 1945); Prov. Santiago, Santiago, suelo, Región Metropolitana (Pérez Canto 1929) y en Chiloé, X Región, riachuelo (Parra y González 1978).

Material estudiado: N° 4-1.

TRACHELOMONAS Ehrenberg

Trachelomonas armata (Ehrbg.) Stein (figs. 30, 31)

Stein, Organism. Infus. 3: figs. 267:a; 268:a-b; 269; 270; 271:a-c; 272; 273; 274:a-b; 275; 276:a-h, 1878; Bourrelly, 1-150 p., Pl. 34, fig. 2 1970.

Células anchamente elipsoidales, de 40-44 µm de largo y de 32-36 µm de ancho. Lórica provista de grandes espinas en los extremos basal y apical de la célula. Las espinas del extremo basal alcanzan mayor longitud que las espinas del extremo apical. El resto de la superficie de la lórica presenta espinas más pequeñas. Collar circular, de 1,6-2,4 µm de largo y 7-7,5 µm de ancho.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Presente en las localidades de Trapiche y Los Maitenes (Loc. 5, 9), VIII y VII regiones.

Material estudiado: N° 5-1, 9-1.

Se cita por primera vez para Chile.

Trachelomonas bacillifera Playfair (fig. 32)

Playfair, Proc. Linn. Soc. New South Wales 40: fig. 301; 302:a-d; 303; 304, 1915; Dürrschmidt, 1978; Parra *et al.*, p.69, figs. 101-102, 1982a.

Células oblongas, de 24-25,5 µm de largo y 20-21,5 µm de ancho. Lórica provista de espinas en toda la superficie. Collar muy corto y poco aparente.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en la localidad de Trapiche (Loc. 5-1), VIII Región. Se conoce con anterioridad en Chile: Cuenca del río Valdivia, X Región (Dürrschmidt 1978).

Material estudiado: N° 5-1.

Trachelomonas caudata (Ehrenberg) Stein (fig. 33)

Stein, Organism. Infus. 3: fig. 358:a-d, 1878; Parra *et al.*, p. 69, figs. 103-105, 1982a.

Células en forma de limón, de 36 µm de largo, 20-21,5 µm de ancho. Lórica provista de espinas por toda la superficie, salvo en el collar y en el extremo basal. Collar largo, de 4-5 µm de largo, 6-6,5 µm de ancho. Extremo basal de la lórica con una cola aguda.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en la localidad de Millauquén (Loc. 4), VIII Región. Se conoce con anterioridad en Chile: Cuenca del río Valdivia, X Región (Dürrschmidt 1978).

Material estudiado: N° 4-1.

Trachelomonas hispida (Perty) Stein emend. Deflandre (fig. 34)

Deflandre, Monogr. genre *Trachelomonas*: fig.278:a-g; 279; 280; 281:a-b; 282:a-b; 283:a-b; 284:a-b; 285; 286, 1926; Parra *et al.*, p.69, figs. 116-118, 1982a.

Células globosas, de 21-22 µm de largo, 18-19 µm de ancho. Lóricas provistas de espinas por toda la superficie. Collar muy corto.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Millauquén (Loc. 4), VIII Región. Citada con anterioridad en Chile por (Parra *et al.* 1982a), sin especificar localidad.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 4-1.

Trachelomonas hispida var. ***crenulatocollis*** (Mask.) Lemm. (fig. 35)

Lemmermann, Krypt. Fl. Mark Brandenburg, 3: fig. 282:a,b; 283:a,b,1910; Bourrelly, 148 p., Pl. 33, fig.15, 1970.

Células elipsoidales, de 32-33 µm de largo y de 22-23 µm de ancho. Lórica provista de espinas de igual longitud por toda la superficie. Collar largo, 3,2-4 µm de largo y 6-6,5 µm de ancho.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Trapiche (Loc. 5), VIII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 5-1.

Variedad no citada anteriormente para el país.

Trachelomonas hispida (Perty) Stein emend. Deflandre var. ***duplex*** Deflandre (fig. 36)

Deflandre, Monogr. genre *Trachelomonas*: fig. 284:a,b, 1926; Parra *et al.*, p.70, figs. 119-120, 1982a.

Células subglobosas a elipsoidales, de 28 µm de largo, 21-22 µm de ancho. Lóricas con espinas en ambos extremos, el resto de la superficie de la lórica sin espinas. Collar muy corto.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton, aparece junto a *Trachelomonas caudata*, *Euglena fusca* y *E. sanguinea*.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en las localidades de Millauquén y Los Maitenes (Locs. 4, 9), VIII y VII regiones. Citada con anterioridad en Chile (Parra *et al.* 1982a), sin precisar localidad.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 4-1, 9-1.

Clase CHLOROPHYCEAE
Familia ULOTHRICACEAE

ULOTHRIX Kützing

Ulothrix variabilis Kützing (figs. 37, 38)

Kützing, Sp. Alg. 346, 1849; Solari, p.44, lám 4, fig. h, 1963; Pereira y Parra, p. 155, figs.14, 15, 1984.

Filamentos uniseriados, no ramificados. Células cilíndricas más largas que anchas, de 12-16 µm de largo y 3-5 µm de ancho.Cloroplastos ocupando la mitad del ancho de la célula y un tercio o la mitad del largo de ésta, con un pirenoide pequeño.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton.

DISTRIBUCIÓN: Presente en la localidad de Las Brisas (Loc. 3), VII Región. La especie se conoce con anterioridad en Chile: Santiago, Región Metropolitana (Solari 1963).

MATERIAL ESTUDIADO: N° 3-1.

Familia CHAETOPHORACEAE

STIGEOCLONIUM Kützing

Stigeoclonium tenue (Ag.) Rabenh. (figs. 39, 40)

Rabenh., Fl. Eur. Alg.: 3:377, 1868; Borge, 27(10):1-40, 2 láms., p. 10, 1901; Pereira y Parra, Gayana Bot. 41(3-4), pp.156-157, figs. 30-35, 1984.

Talo verde, brillante, conformado por filamentos delicados, simples o ramificados, ramificaciones alternas u opuestas, terminando en células agudas. Células largas y cilíndricas a veces cortas y cuadradas, poco constreñidas a nivel de los tabiques transversales. Células vegetativas del eje principal, de 7-11 µm de largo y 10-12 µm de ancho y las de las ramificaciones, de 11-13 µm de largo y 2,5-5 µm de ancho.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton.

DISTRIBUCIÓN: Presente en la localidad de Buen Retiro (Loc. 6), VII Región. La especie se conoce con anterioridad en Chile en: Prov. Concepción, Laguna Lo Galindo y Laguna Grande de San Pedro, VIII Región (Pereira y Parra 1984); Prov. Magallanes, Patagonia, XII Región (Borge 1901).

MATERIAL ESTUDIADO: N° 6-1.

Familia OEDOGONIACEAE

OEDOGONIUM Link

Oedogonium franklinianum Wittrock (fig. 41)

Wittrock u. Nordstedt, Algae exsic Scand. Fasc. 7, 113, 1880; Gemeinhardt, p.104, fig. 81, 1939.

Especie dioica, macrándrica. Oogonios esféricos, abriéndose por un poro situado en la parte superior del oogonio. Oosporas esféricas, llenando casi totalmente los oogonios, exospora lisa. Anteridios no observados. Células vegetativas 10-12 µm de ancho y 38-40 µm de largo; oogonios 28-29 µm de ancho y 28-30 µm de largo; oosporas 24-26 µm de ancho y 25-27 µm de largo. No se observó filamentos masculinos en el material estudiado.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton. Maduración sexual en época de verano, 22/01/97.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Millauquén (Loc. 4), VIII Región.

OBSERVACIONES TAXONÓMICAS: Esta especie es muy parecida a *O. cardiacum* (Hassall) Wittrock; pero se diferencia de ésta por sus dimensiones notarias más pequeñas.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 4-1.

La especie se cita por primera vez para el país.

Oedogonium giganteum Kützing (figs. 42, 43, 44, 45, 46)

Kützing, Phycol. germ., 200, 1845; Gemeinhardt, p. 341-342, fig. 417, 1939.

Especie dioica, macrándrica. Filamentos femeninos de mayor diámetro que los filamentos masculinos. Oogonios solitarios o agrupados hasta 3, elipsoidales, abriéndose por un poro ubicado en la parte superior del oogonio. Oosporas de la misma forma de los oogonios, llenándolos completamente; pared con tres capas, externa e interna lisas, intermedia con 15-20 corridas de excavaciones. Célula basal ancha. Célula terminal aguda, con el extremo romo. Anteridios de 4-7 células. Células vegetativas de filamentos femeninos, de 24-26 x 110-116 µm. Células vegetativas de filamentos masculinos, de 18-20 x 86-88 µm; oogonios 54-56 x 72-76 µm; oosporas 50-52 x 72-76 µm. Anteridios 16-18 x 8-10 µm.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton. Maduración sexual en época de verano, 22/01/97.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Las Brisas (Loc 3-3), VIII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 3-3.

La especie se cita por primera vez para Chile.

Oedogonium lageniforme Hirn (fig. 47)

Hirn, Acta Soc. Sci. Fenn.: 291, T. XIII, Fig. 68, 1900; Tiffany, S. 168, T. XX, fig. 187, 1930; Gemeinhardt, p. 346-347, fig. 425, 1939.

Especie dioica, macrándrica. Oogonios solitarios o raramente de a dos, esféricos o elipsoidales, abriéndose por un poro ubicado en la parte superior del oogonio. Oosporas de la misma forma de los oogonios no llenando totalmente los oogonios. Exospora de las oosporas lisa, incolora. Mesospora amarillenta y lisa. Células vegetativas, 10-14 x 28-37 µm; oogonios 25-34 x 30-36 µm; oosporas 24-28 x 28-30 µm. Filamentos masculinos no observados.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton.

DISTRIBUCIÓN: Presente en la localidad de Las Brisas (Loc. 3-1), VIII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 3-1.

La especie se cita por primera vez para Chile.

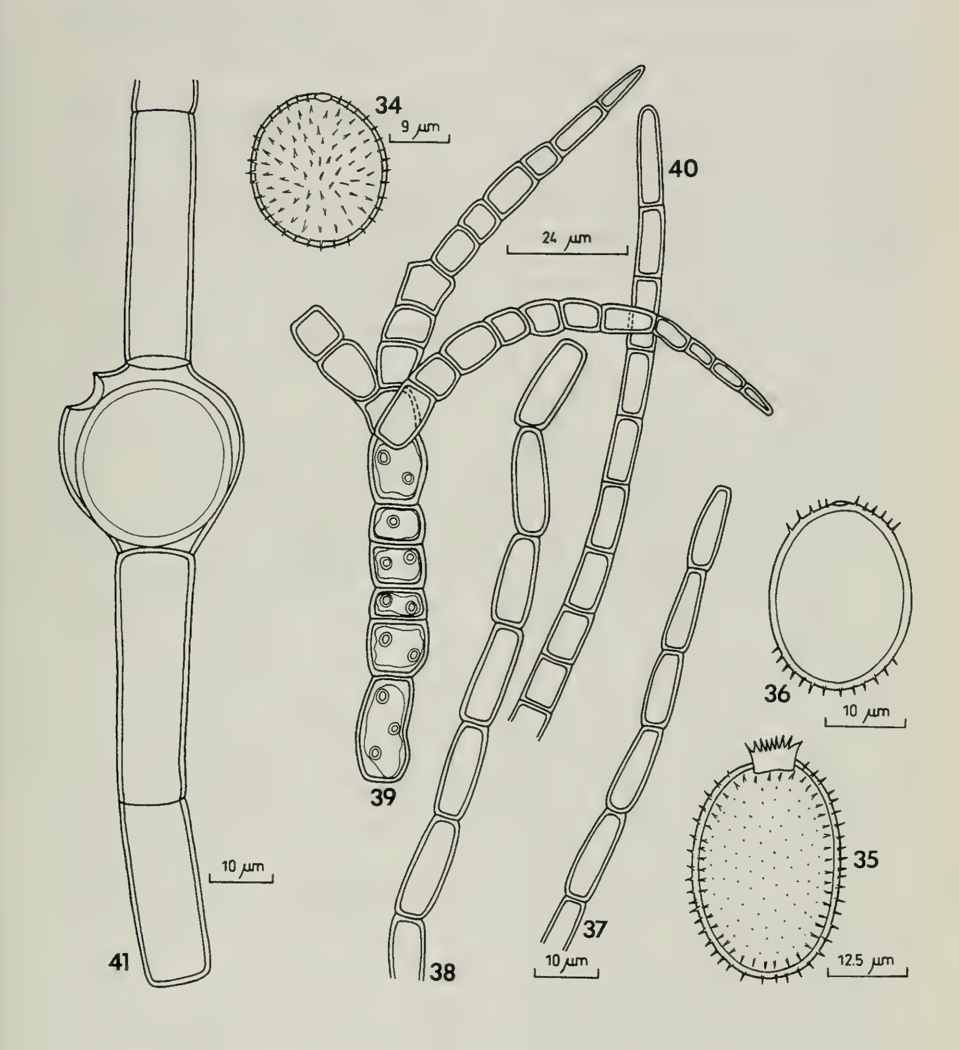


FIG. 34: *Trachelomonas hispida*. FIG. 35: *Trachelomonas hispida* var. *crenulatocollis*. FIG. 36: *Trachelomonas hispida* var. *duplex*. FIGS. 37, 38: *Ulothrix variabilis*. FIGS. 39, 40: *Stigeoclonium tenue*. FIG. 41: *Oedogonium franklinianum*.

FIG. 34: *Trachelomonas hispida*. FIG. 35: *Trachelomonas hispida* var. *crenulatocollis*. FIG. 36: *Trachelomonas hispida* var. *duplex*. FIGS. 37, 38: *Ulothrix variabilis*. FIGS. 39, 40: *Stigeoclonium tenue*. FIG. 41: *Oedogonium franklinianum*.

Oedogonium suecicum Wittrock (fig. 48)

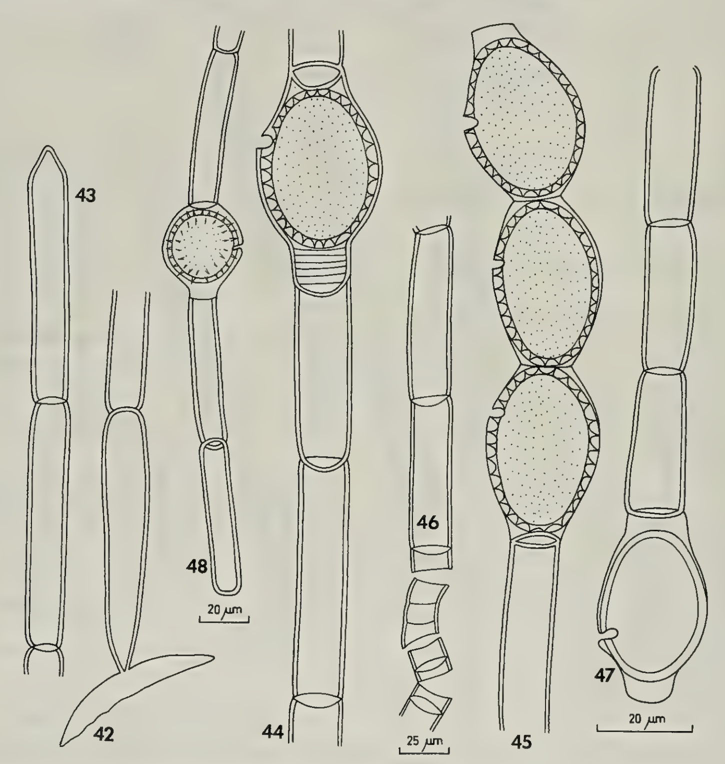
Wittrock, Bih. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. 1(1): 1-72, S. 5, 1872; Gemeinhardt, p. 95-96, fig. 66, 1939; Pereira y Parra, Gayana Bot. 41(3-4), p.162, figs. 75, 76, 1984.

Especie dioica, macrándrica. Oogonios solitarios, esféricos o subesféricos, raramente elipsoidal-esféricos, abriéndose por un poro ubicado en la mitad del oogonio. Oosporas esféricas, llenando totalmente los oogonios; pared con 2 capas, la externa espinosa, la interna lisa. Filamentos masculinos de igual ancho que los femeninos, o un poco más delgados. Anteridios 2-6 células, con un espermatozoide por célula. Célula basal alargada. Célula terminal roma. Células vegetativas 11-12 x 44-50 µm; oogonios 33-36 x 35-44 µm; oosporas con espinas 30-34 x 30-35 µm.

Ecología: Forma parte del perifiton. Maduración sexual en época de verano, 22/01/97.

Distribución: Presente en la localidad de Las Garzas (Loc. 2-3), VIII Región. La especie se conoce con anterioridad en Chile sólo para la Laguna Quiñenco y Laguna La Posada, VIII Región (Pereira y Parra 1984).

Material estudiado: N° 2-3.



Figs. 42, 43, 44, 45, 46: *Oedogonium giganteum*. Fig. 47: *Oedogonium lageniforme*. Fig. 48: *Oedogonium suecicum*.

Figs. 42, 43, 44, 45, 46: *Oedogonium giganteum*. Fig. 47: *Oedogonium lageniforme*. Fig. 48: *Oedogonium suecicum*.

Clase ZYGNEMATOPHYCEAE
Familia MESOTAENIACEAE

GONATOZYGON De Bary

Gonatozygon aculeatum Hastings
(figs. 49, 50, 51)

Hastings, Amer. Monthly Microsp. J. 13(2), p.29, 1892; Thomasson, p. 56, 1963.; Parra, p.27, figs. 7-8, 1975; Parra y González, p. 41, 1977a; Parra *et al.*, p. 155, figs. 449-450, 1983.

Células alargadas, de 200 µm de largo y 12-13 µm de ancho, con 10-11 pirenoides por hemicélula, dispuestos en forma lineal.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Las Garzas (Loc. 2-1), VIII Región. La especie se conoce en Chile en: Prov. Concepción, Río Andalién, Laguna Lo Méndez, VIII Región (Parra 1975); Prov. Cautín, Lago Pichilafquén, IX Región (plancton), (Thomasson 1963); Prov. Llanquihue, Lago Llanquihue, X Región (plancton) (Thomasson 1963), Isla de Chiloé, X Región (Parra y González 1977a).

MATERIAL ESTUDIADO: N° 2-1.

Gonatozygon brebissonii Bary, de (fig. 52)

Bary, de, Unters. Fam. Conjug. 1858; Parra, p. 27, fig. 9, 1975; Parra y González, p. 41, 1977a; Parra *et al.* p.155, figs. 451-453, 1983.

Células alargadas, de 160-178 µm de largo y 12-14 µm de ancho, con 11-12 pirenoides por hemicélula dispuestos en forma lineal.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Las Garzas (Loc. 2-1), VIII Región. La especie se conoce con anterioridad en Chile en: Prov. de Concepción, Río Andalién, Laguna Pineda, Río Andalién puente, Laguna La Posada, VIII Región (Parra 1975).

MATERIAL ESTUDIADO: N° 2-1.

Familia DESMIDIACEAE

CLOSTERIUM Kützing

Closterium leibleinii Kützing (fig. 53)

Kützing, Brit. Desmid, p.167 (pr.p) t. 28:4c-h, k-l, 1848; Parra *et al.*, p. 160, figs. 519-521, 1983.

Células en forma de media luna, de 220-225 µm de largo y de 35-38 µm de ancho, con 5 pirenoides por hemicélula, dispuestos en forma lineal. Extremos de las células, de 10-12 µm de ancho.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en las localidades de Las Garzas y Buen Retiro (Loc. 2-1, 6), VIII y VII regiones. La especie se conoce con anterioridad en Chile en: Prov. Santiago, Santiago, Región Metropolitana (Solari 1963); Prov. Magallanes, Lago Roca, XII Región, plancton (Thomasson 1955) y Patagonia (Borge 1901).

MATERIAL ESTUDIADO: N° 2-1, 6-1.

Closterium venus Kützing (figs. 54, 55)

Kützing, Brit. Desmid., p. 220 t. 35: 12, 1848; Parra *et al.*, p. 164, figs. 564-565, 1983.

Células en forma de media luna, de 41-64 µm de largo, 4-5,5 µm de ancho, sin cristales en los extremos de la célula; cloroplasto con 6-8 pirenoides por hemicélula, dispuestos en forma lineal.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitoplancton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Millauquén (Loc. 4), VIII Región. La especie se conoce con anterioridad en Chile en: Prov. Cautín, Lago Villarrica, IX Región, en pozas cerca del lago (Thomasson 1963); Prov. Valdivia, Lago Panguipulli, plancton (Thomasson 1955), Lago Riñihue, plancton (Thomasson 1955), Lago Pellaifa, plancton y pozas (Thomasson 1963); Prov. Llanquihue, X Región, plancton (Borge 1901).

MATERIAL ESTUDIADO: N° 4-1.

COSMARIUM Corda

Cosmarium bioculatum Brébisson var. ***subpunctulatum*** Krieger et Gerloff (figs. 56, 57)

Krieger et Gerloff, Gattung *Cosmarium.*: Taf.15, fig. 8, 1962-1969; Solari, p. 45, lám.2, fig. 1, 1963; Parra, p. 36, fig. 85, 1975, Parra *et al.*, p. 177, fig. 681, 1983.

Células de paredes lisas, de 22-23 µm de largo, 17-18 µm de ancho. Itsmo 4-5 µm.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en la localidad de Los Maitenes (Loc. 9), VII Región. La variedad se conoce con anterioridad en Chile: Río Ancoa, VII Región (Adlerstein 1979).

Material estudiado: N° 9-1.

Cosmarium trilobulatum Reinsch (fig. 58)

Reinsch, *Alpenflora mittleren* Theiles Franken, 118(10), Taf. 22(3), fig. A II 1-b, 1867; Parra *et al.*, p. 197, fig. 901, 1983.

Células de paredes lisas, 38-39 µm de largo, 33-34 µm de ancho. Itsmo de 9-10 µm y cada hemicélula presenta tres lóbulos carentes de ornamentación.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en la localidad de Buen Retiro (Loc. 6), VII Región. En Chile, la especie ha sido señalada con anterioridad: Estero Pangue, Río Ancoa, VII Región, (Adlerstein 1979); Lago Villarrica, IX Región, en pozas (Thomasson 1963).

Material estudiado: N° 6-1.

Cosmarium undulatum Corda ex Rafls (fig. 59)

Corda ex Ralfs, British Desmidieae. S. 97, Taf. 15, fig. 8a,b, 1948.

Células con las paredes onduladas, 30-39 µm de largo, 24-32 µm de ancho. Itsmo de 8-9,5 µm. Cloroplastos con 2 pirenoides por hemicélula.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en las localidades de Millauquén, Buen Retiro y Los Maitenes (Loc. 4, 6, 9), VIII y VII regiones. En Chile, de esta especie ha sido señalada con anterioridad la variedad *minutum.*

Material estudiado: N° 4-1, 6-1, 9-1.

PLEUROTAENIUM Naegeli

Pleurotaenium ehrenbergii (Brébisson) Bary, de (fig. 60)

Bary, de, Unters. Fam. Conjug., p. 75, 1858.; Thomasson, p. 57, fig. 38, 1963; Parra, p. 31, fig. 51, 1975.

Células más o menos rectas, de 200-284 µm de largo, 24-31 µm de ancho en el itsmo, en los extremos de las células, 18-20 µm de ancho. Itsmo de 20-22 µm de ancho. Cloroplastos uno por célula, con 10-13 pirenoides por hemicélula, dispuestos en forma lineal.

Ecología: Forma parte del fitoplancton.

Distribución: Aparece en las localidades de Las Garzas, Millauquén, Buen Retiro y Los Maitenes (Locs. 2-1, 4, 6, 9), VIII y VII regiones. La especie se conoce con anterioridad en Chile en: Prov. Concepción, Río Andalién, Laguna Pineda, Río Andalién puente, Laguna La Posada, VIII Región (Parra 1975); Prov. Cautín, Lago Pichilafquén, IX Región, plancton (Thomasson 1963); Prov. Valdivia, Lago Pellaifa, pozas (Thomasson 1963); Prov. Llanquihue, Lago Llanquihue, X Región (Thomasson 1963), Isla de Chiloé, X Región (Parra y González 1977a).

Material estudiado: N° 2-1, 4-1, 6-1, 9-1.

DESMIDIUM Agardh

Desmidium baileyi (Ralfs) Nordst. (fig. 61)

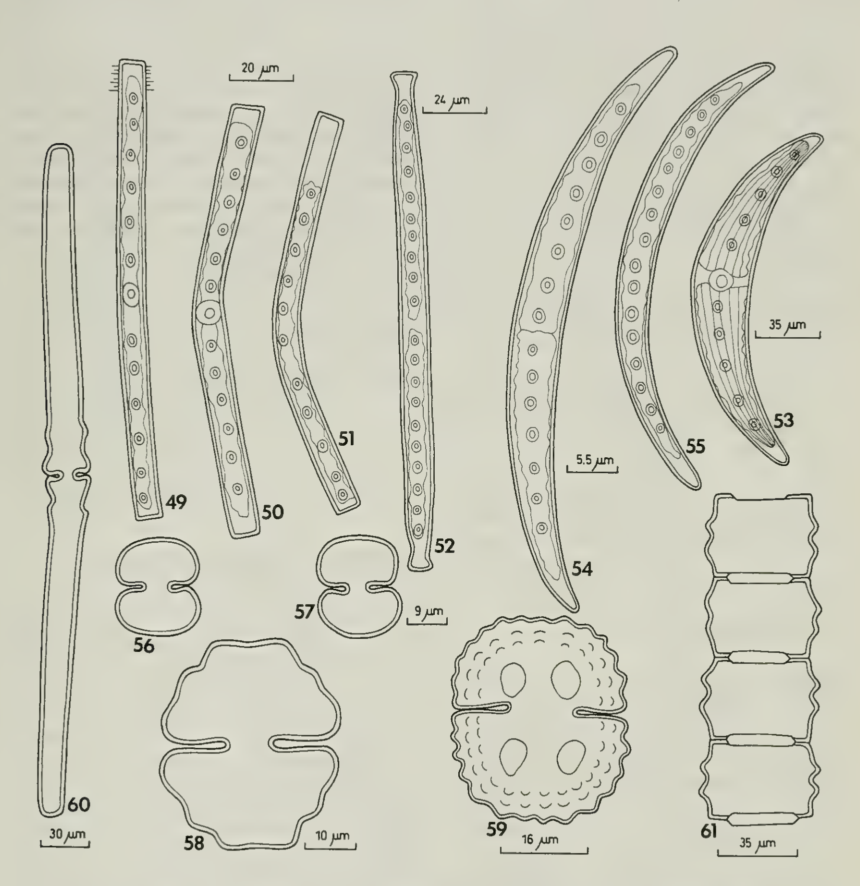
Nordstedt, Acta Univ. Lund., p. 11, 1880; Parra, p. 51, fig. 178, 1975.

Células vegetativas formando filamentos de 19-20 µm de ancho y 28-36 µm de largo, con una ondulación en cada hemicélula. Estéril.

ECOLOGÍA: Forma parte del fitobentos, junto a especies de *Spirogyra* y *Zygnema*.

DISTRIBUCIÓN: Presente en las localidades de Las Brisas y Racimo de Oro (Locs. 3-2, 7), VIII y VII regiones. La especie se conoce con anterioridad en Chile en: Río Ancoa, VII Región (Adlerstein 1979); Laguna La Posada, VIII Región (Parra 1975; Parra *et al.* 1981); Cuenca Río Valdivia, X Región (Dürrschmidt 1978).

MATERIAL ESTUDIADO: N° 3-2, 7-1.



FIGS. 49, 50, 51: *Gonatozygon aculeatum*. FIG. 52: *Gonatozygon brebissonii*. FIG. 53: *Closterium leibleinii*. FIGS. 54, 55: *Closterium venus*. FIGS. 56, 57: *Cosmarium bioculatum* var. *subpunctulatum*. FIG. 58: *Cosmarium trilobulatum*. FIG. 59: *Cosmarium undulatum*. FIG. 60: *Pleurotaenium ehrenbergii*. FIG. 61: *Desmidium baileyi*.

FIGS. 49, 50, 51: *Gonatozygon aculeatum*. FIG. 52: *Gonatozygon brebissonii*. FIG. 53: *Closterium leibleinii*. FIGS. 54, 55: *Closterium venus*. FIGS. 56, 57: *Cosmarium bioculatum* var. *subpunctulatum*. FIG. 58: *Cosmarium trilobulatum*. FIG. 59: *Cosmarium undulatum*. FIG. 60: *Pleurotaenium ehrenbergii*. FIG. 61: *Desmidium baileyi*.

HYALOTHECA Ehrenberg

Hyalotheca dissiliens (Smith) Brébisson in Ralfs
(figs. 62, 63, 64, 65)

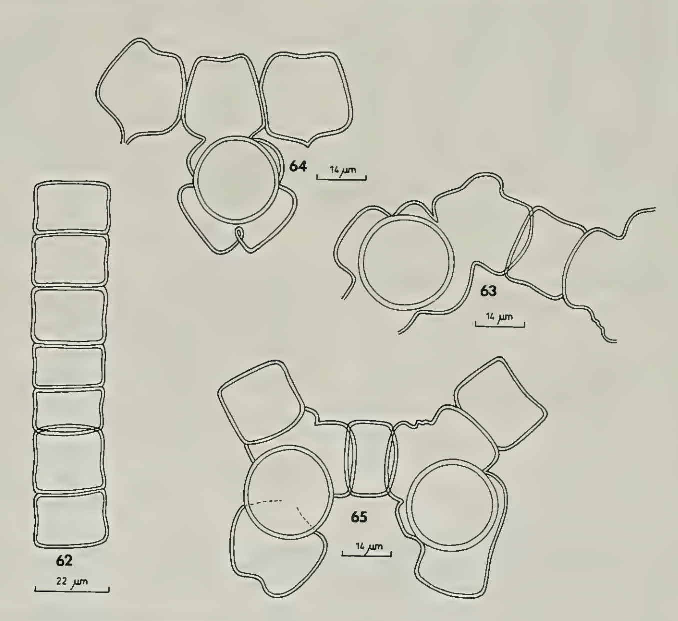
Brébisson in Ralfs, Brit. Desm. S 1, pl. 1, fig. 1, 1848; Parra, p. 50, fig. 169, 1975; Parra *et al.*, p. 230, figs. 1281-1283, 1983.

Células vegetativas formando filamentos. Conjugación escaleriforme. Células que conjugan arqueadas. Ambos gametangios participan en la formación del puente de conjugación. Zigosporas esféricas, ubicadas en el puente de conjugación. Pared de la oospora con dos capas la interna delgada y lisa , la externa algo más gruesa y lisa. Células vegetativas 13-16 µm de ancho y 23-24 µm de largo. Itsmo 22 µm. Zigosporas 24-28 µm de diámetro.

Ecología: Forma parte del perifiton. Maduración sexual en época de verano, 22/01/97.

Distribución: Aparece en la localidad de Las Garzas (Loc. 2-1), VIII Región. La especie se conoce con anterioridad en Chile en: Prov. Concepción, Río Andalién, Laguna Pineda, Río Andalién puente, Laguna La Posada (Parra 1975), Concepción, VIII Región (Parra *et al.* 1974), en estadios larvales de *Caudiverbera caudiverbera.* Prov. Cautín, Lago Villarrica, en pozas cerca del lago (Thomasson 1963), Lago Pichilafquén, IX Región, plancton (Thomasson 1963); Prov. Valdivia, Lago Pellaifa, plancton y pozas (Thomasson 1963), Lago Quilleihue, plancton (Thomasson 1963); Prov. Osorno, Lago Bonita, plancton (Thomasson 1963); Prov. Llanquihue, Lago Llanquihue, X Región, plancton (Thomasson 1963), Isla de Chiloé, X Región (Parra y González 1977a); Prov. Magallanes, Lago Roca, plancton (Thomasson 1955), Lagunas Ojo de Mar, Lynch, Tres Puentes, Puerto Natales, Figueroa, Lagos Sarmiento y Porteño, XII Región (Theoduloz y Parra 1984).

Material estudiado: N° 2-1.



Figs. 62, 63, 64, 65: *Hyalotheca dissiliens.*

Figs. 62, 63, 64, 65: *Hyalotheca dissiliens.*

Familia ZYGNEMATACEAE

SPIROGYRA Link

Spirogyra ellipsospora Transeau (fig. 66)

Transeau, Amer. J. Bot. 1: 289-301, p. 294, T. 27, fig 1, 1914; Kolkwitz &. Krieger, p. 356, fig. 497, 1941.

Células con unión plana provistas de 4 cloroplastos. Conjugación escaleriforme. Células receptoras nunca hinchadas. En la conjugación escaleriforme, el canal es cilíndrico y se forma con la participación equitativa de ambos gametangios. Zigosporas elipsoidales. Exospora delgada, lisa e incolora. Mesospora gruesa, granulosa, pardo rojizo. Células vegetativas, 148-150 µm de ancho; zigosporas 140-160 x 106-116 µm.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton y aparece junto a *Chara braunii* y *Nitella acuminata*. Maduración sexual en época de verano, 22/01/97.

DISTRIBUCIÓN: Presente en la localidad de Michongo, comuna de Retiro (Loc. 8), VII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 8-1.

Esta especie se cita por primera vez para Chile.

Spirogyra cf. *subreticulata* Fristch (figs. 67, 68)

Fristch in Fritsch & Stephens, Trans. Roy. Soc. S. Africa 9: 48, figs. 21, 49, 1921; Kolkwitz &. Krieger, p. 393-394, figs. 593-595, 1941.

Células con unión plana, con 3-4 cloroplastos. Conjugación escaleriforme. Células receptoras nunca hinchadas. El canal de conjugación es cilíndrico y se forma con la participación equitativa de ambos gamentangios. Zigosporas elipsoidales, inmaduras, sólo se aprecia la exospora lisa, delgada e incolora. Células vegetativas, 50-54 µm de ancho. Zigosporas 70 x 50 µm.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton junto a diversas especies fitoplanctónicas. Las esporas sexuales estaban aún inmaduras en verano, 22/01/97.

DISTRIBUCIÓN: Presente en las localidades de Millauquén y Trapiche (Locs. 4, 5), VIII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 4-1, 5-1.

OBSERVACIONES TAXONÓMICAS: Este material se ha atribuido a *Spirogyra* cf. *subreticulata*, basándose fundamentalmente en las características de las células vegetativas como: ancho, número de cloroplastos por célula y tipo de conjugación. Sin embargo, no es posible afirmar que se trate de este taxon, debido a la inmudurez de las zigosporas, siendo difícil de definir el grosor y color de las diferentes capas de las zigosporas.

Spirogyra sp. 1 (fig. 69)

Células con unión plana, con 5-6 cloroplastos. Estéril. Células vegetativas 76-84 µm de ancho.

ECOLOGÍA: Esta alga forma parte del perifiton, especialmente en los bordes de los cultivos, donde la luz es óptima.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de Las Garzas (Loc. 2-1), VIII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 2-1.

OBSERVACIONES TAXONÓMICAS: El material estudiado fue imposible de determinar ya que se carece del estado reproductivo del alga.

Spirogyra sp. 2 (fig. 70)

Células con unión plana, con un solo cloroplasto. Células vegetativas, 37 µm de ancho.

OBSERVACIONES TAXONÓMICAS: Este material es imposible de atribuir a una especie en particular, ya que el material está estéril.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton junto a especies de *Desmidium cylindricum* y *Zygnema* sp.

DISTRIBUCIÓN: Presente en la localidad Racimo de Oro (Loc. 7), VII Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 7-1.

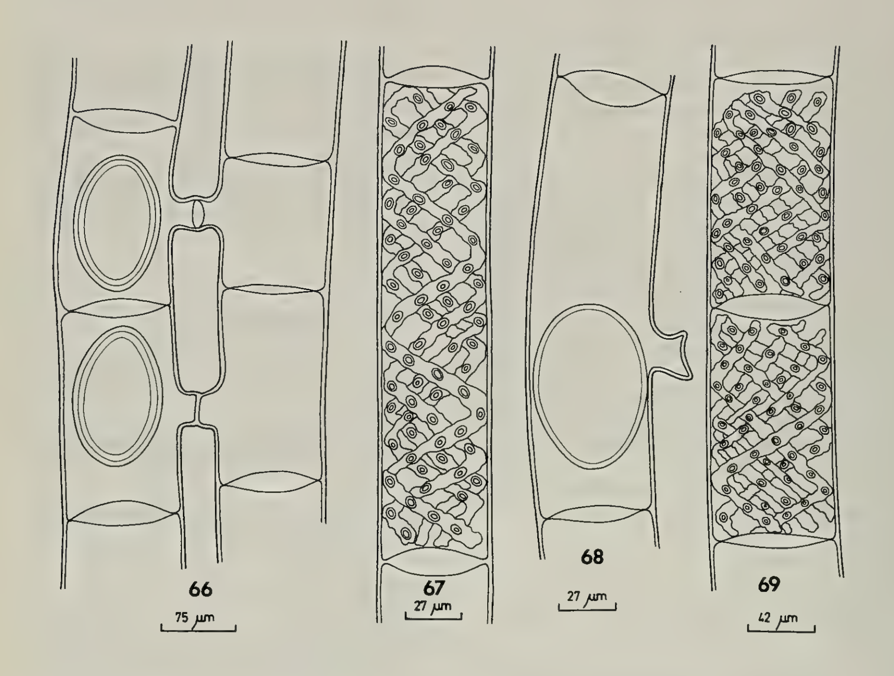


FIG. 66: *Spirogyra ellipsospora*. FIGS. 67, 68: *Spirogyra* cf. *subreticulata*. FIG. 69: *Spirogyra* sp. 1.

FIG. 66: *Spirogyra ellipsospora*. FIGS. 67, 68: *Spirogyra* cf. *subreticulata*. FIG. 69: *Spirogyra* sp. 1.

Spirogyra sp. 3 (fig. 71)

Células con unión plana, con 2 cloroplastos. Estéril. Células vegetativas, 44-46 µm de ancho.

OBSERVACIONES TAXONÓMICAS: A pesar que se cuenta con los caracteres vegetativos de esta alga, no es posible asignarla a ningún taxon, por carecer de estructuras reproductoras, las que son decisivas en la determinación de las especies en este género.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton.

DISTRIBUCIÓN: Aparece en la localidad de San Miguel del Huique (Loc. 14), VI Región.

MATERIAL ESTUDIADO: N° 14-1.

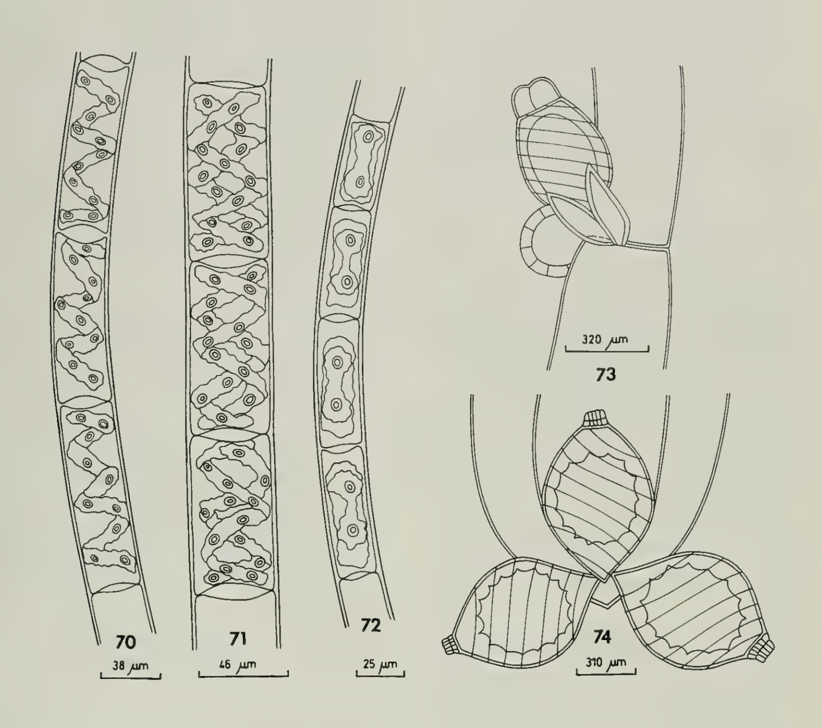


FIG.70: *Spirogyra* sp. 2. FIG.71: *Spirogyra* sp. 3. FIG.72: *Zygnema* sp. FIG. 73: *Chara braunii*. FIG. 74: *Nitella acuminata*.

FIG.70: *Spirogyra* sp. 2. FIG.71: *Spirogyra* sp. 3. FIG.72: *Zygnema* sp. FIG. 73: *Chara braunii*. FIG. 74: *Nitella acuminata*.

ZYGNEMA C.A. Agardh

Zygnema sp. (fig. 72)

Células vegetativas, 24-26,5 µm de ancho, con dos cloroplastos estrellados. Estéril.

OBSERVACIONES TAXONÓMICAS: Este material es imposible de determinar a nivel de especie debido a que no se cuenta con los caracteres reproductivos. El género *Zygnema* comparte, en estado vegetativo, la presencia de dos cloroplastos estrellados por célula con el género *Zygnemopsis*; pero al juzgar por el ancho de las células vegetativas, este taxon correspondería al género *Zygnema*, ya que en *Zygnemopsis* el rango del ancho de estas células es menor.

ECOLOGÍA: Forma parte del perifiton, aparece junto a especies de *Spirogyra* y *Desmidium cylindricum*.

DISTRIBUCIÓN: Presente en la localidad Racimo de Oro. (Loc. 7), VII Región.

Clase CHAROPHYCEAE
Familia CHARACEAE

CHARA Linneo ex Vaillant

Chara braunii Gmel. (fig. 73)

Gmelin, Fl. Badens IV, p. 646, 1826; Wood, p. 257-261, fig. 12, 1965.

Plantas monoicas, de 10-15 cm de altura. Eje principal moderadamente delgado, sin células corticales. De cada nudo del eje principal nacen 7 filoides. Cada filoide presenta 3 nudos, en los cuales aparecen los órganos reproductores. Los extremos de los filoides son cónicos. Oogonios de 560-640 µm de largo (incluida la corona), 320-345 µm de ancho, con 9 convoluciones. Esporas de color pardo oscuro a negro, de 450-500 µm de largo, 240-250 µm de ancho, con 7-9 estrías insconspicuas, membrana ópaca, blanda o finamente granulada. Anteridios, de 240 µm de diámetro, octosculado.

Ecología: Se encuentra formando parte del perifiton. Maduración sexual en época de verano, 22/01/97.

Distribución: En Chile esta especie aparece sólo en arrozales de las localidades de Michongo, Loncomilla y Palmilla (Locs. 8, 11 y 12), VII Región, siendo mucho más abundante en las últimas localidades, donde se presenta junto a *Nitella acuminata*. Es una especie cosmopolita y su distribución según Wood 1965, se extiende entre los 65°N y 35°S; desde el sur de Escandinavia hacia el sur de Cabo de Nueva Esperanza. En Asia, a partir de Asia Central y Japón, hacia el sur a través de Indonesia, Nueva Zelanda, Islas Hawai y sur de Canadá hacia el sur hasta Argentina Central.

Material estudiado: N° 8-1, 11-1, 12-1.

Esta especie se cita por primera vez para Chile.

NITELLA Agardh

Nitella acuminata Br. ex Wallm. (fig. 74)

Braun, Hooker's J. Bot. 1:292, 1849; Wood, p. 397-399, fig. 20, 1965.

Plantas monoicas de hasta 30 cm de altura. A partir de los nudos del eje principal surgen 7-8 filoides, los cuales se subdividen en los extremos terminales. Ápices de los dáctilos acuminados. Filoides fértiles con 3 oogonios y un anteridio. Oogonios de 2-3 por nudo, sésiles, 275-375 µm de ancho y 400-630 µm de largo. Oosporas pardo oscuro, 275-375 µm de largo, 275 -325 µm de ancho, con 6-7 estrías con bordes prominentes. Anteridios 250-300 µm.

Ecología: Es una de las especies de más amplia distribución en los arrozales estudiados. Forma parte del periphyton y aparece junto a especies de *Spirogyra*, *Oedogonium* y *Desmidium cylindricum*.

Distribución: En Chile, aparece en las localidades (Locs. 1; 2-2; 3-1,2,3,4; 5-1,2; 7-1; 8-1; 9-1; 10; 13; 14 y 15), VIII, VII y VI regiones. Según Wood 1965, se extiende en general, en Norteamérica y América Central desde el límite americano canadiense hacia el sur a través de México y las Indias Occidentales hasta Venezuela y Brasil en América del Sur. Ocasionalmente en Asia y Africa.

Material estudiado: N° 1-1, 2-2, 3-1, 3-2, 3-3, 4-1, 5-1,5-2, 7-1, 8-1, 9-1, 10-1, 13-1, 14-1, 15-1.

Observaciones taxonómicas: La especie es muy similar a *Nitella clavata* Kützing señalada para Chile (Parra y González 1977b), VII Región; pero difiere de ésta en las dimensiones más pequeñas de los gamentangios como: diámetros de los oogonios, oosporas y anteridios. Al juzgar por el aspecto del talo y las dimensiones de los gamentangios, el material estudiado se puede atribuir a la f. *subglomerata* (A. Br.) R.D.W.

Este taxon se cita por primera vez para Chile.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La especie de más amplia distribución en los arrozales resultó ser *Nitella acuminata*, la cual se extiende por todo el cultivo en las localidades encontradas, constituyendo una maleza cuantita-

tivamente importante durante el crecimiento y desarrollo de este cereal.

Chara braunii es otra especie significativa como maleza en los arrozales; sin embargo su distribución es más restringida, concentrándose especialmente sólo en algunas localidades de la VII Región.

Otro grupo importante como maleza, pero menos abundante que las especies anteriores y restringida a las zonas periféricas de los cultivos, lo constituyen algas filamentosas de los órdenes Oedogoniales (*Oedogonium franklinianum*, *O. giganteum*, *O. lageniforme* y *O. suecicum*) y Zygnematales (*Spirogyra ellipsospora*, *S.* cf. *subreticulata* y especies de *Zygnema*).

En estos ambientes, aparecen algas filamen- tosas de la clase Cyanophyceae, orden Nostocales, entre las que destacan: *Anabaena fuellebornii*, *Cylindrospermum muscicola* var. *longispora*, *Gloeotrichia natans* y *Nostoc* sp. Estas, por presentar heterocistos, pueden estar constituyen-do un aporte valioso de compuestos nitrogenados al suelo, dada su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. En relación a estas especies, sería interesante investigar acerca de su eficiencia en la fijación de nitrógeno en estos cultivos, con la finalidad de conocer su aporte real como biofertilizantes naturales.

En relación al fitoplancton de los arrozales, destacan especialmente especies de la clase Euglenophyceae y de las familias Mesotaeniaceae y Desmidiaceae. En las muestras colectadas también aparecen bastantes especies de diatomeas, las cuales no fueron aquí estudiadas por las razones que se aluden en el apartado Introducción.

Los resultados de este trabajo han permitido ampliar la distribución geográfica de 22 taxa de un total de 40 y 9 taxa se citan por primera vez para Chile.

Dado que las algas que crecen en estos ambientes se encuentran sometidas a períodos de inundación y de desecación, determinando la formación de una gran cantidad de esporas de resistencia, se considera de vital importancia iniciar un estudio acerca de la dinámica de las poblaciones algales macrofíticas y filamentosas que actúan como malezas (Carófitas y Clorófitas), con la finalidad de poder establecer el momento oportuno para el control de éstas, ya que este problema preocupa a los agricultores arroceros del país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen cordialmente a la Dra. Mariela González, de la Universidad de Concepción, por sus sugerencias y apoyo en el material bibliográfico. Al proyecto 463-04 de la Dirección de Investigación y Asistencia Técnica de la Universidad de Talca y al Centro de Investigación Quilamapu, Chillán.

BIBLIOGRAFIA

ADLERSTEIN S. 1979. Contribución al estudio de las Cyanophyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae y Chlorophyceae de los principales cuerpos de agua de la Cuenca del Río Maule; Chile. Tesis para optar al título de Licenciado en Biología. Univ. de Concepción. 254 pp., 376 Taf.

AGARDH, C.A. 1812-15. Algarum Decades I-IV. Lundae, Berlin. 4. 56 p. 3 tab.

BATALLA, J.A. 1975. Las algas de los arrozales y el empleo de los alguicidas. Federación Sindical de Agricultores de España. 57 pp.

BARY, A. DE, 1858. Untersuchungen über die Familie der Conjugaten (Zygnemeen und Desmidieen). Ein Beitrag zu physiologischen und beschreibenden Botanik. Vi, 91 pp, 8 Taf. Leipzig.

BORGE, O. 1901. Süsswasseralgen aus Süd-Patagonien. Bih. Till Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. 27(3): 10: 1-40, 2 Taf.

BORNET, E. & C. FLAHAULT. 1886. Revision des Nostocacées Heterocystées. I. Ann. Sci. Nat. Bot. Ser. 7 3:323-381.

BOURRELLY, P. 1970. Les Algues d'eau douce. Les Algues Bleues et Rouges Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines, Paris, 505 pp.

BRAUN, A. 1849. Characeae Australis et Antarticae. Hooker's J. Bot. & Kew Garden Misc. 1:193-203.

DEFLANDRE, G. 1924. A propos de l'*Euglena acus*. Ehr. Rev. Algol. 1:235-243.

DEFLAMDRE, G. 1926.Monographie du genre *Trachelomonas* Ehr., Nemours, 162 pp.

DELLAROSSA, V., O. PARRA, P. SOTO Y R. BAHAMONDES. 1980. Aspectos Limnológicos de Laguna Quiñenco. Informe Vicerrectoría de Investigación Científica. 70 pp. Universidad de Concepción.

DESIKACHARY, T.V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. 685 pp.

DIXIT, S.C. 1936. The Myxophyceae of the Bombay Presidency, India, I. Proc. Indian Acad. Sci. B. 3:93-106.

DUJARDIN, F. 1841. Histoire Naturelle des Zoophytes Infusoires. Paris. 684 pp.

DÜRRSCHMIDT, M. 1978. Relationen zwischen Phytoplankton und Physikalisch-chemischen

faktoren in Fliessgewässer-ökosystemen im kleinem Süden Chiles. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenchaften. 195 pp. Justus-Liebig Univ. Giessen.

Ehrenberg, C.G. 1830. Neue Beocachtungen über blutartige Erscheinungen in Aegypten, Arabien und Siberien, nebst einer Ueber sicht und Kritik der früher bekannten. Ann. Phys. 94:477-514.

Fritsch, F.E. & B.A. Stephens. 1921. Contributions to our knowledge of the freshwater Algae of Africa. 3. Freshwater Algae (exclusive of Diatoms), mainly from the Transkei Territories, Cape Colony.- Trans. Roy. Soc. S. Africa, 9:1-72.

Geitler, L. 1932. Cyanophyceae in Rabenhorst's Kryptogamenflora, Leipzig 14: 1196 pp.

Gemeinhart, K. 1939. Chlorophyceae 4. Oedogoniales. In Rabenhorst's Kryptogamenflora. 12:1-453.

González, M. 1980. Fitoplancton de Laguna Grande de San Pedro. Informe Vicerrectoría de Investigación Científica. 51 pp. Universidad de Concepción.

Gmelin, K.C. 1826. Flora Badensis alsatica et confinium regionum... Carlscurae, Müller. 1805-26. IV voll 8.- 1:1805. xxxii, 768 p., 4 tab.-iv: Supplementa cum indicibus. 1826. 807 p., 10 tab.

Hastings, W.N. 1892. New desmids from New Hampshire. I. Amer. Monthly. Microscop. J. 13(7): 153-155. 1 Pl.

Hirn, K.E. 1900. Monographie und Iconographie d. Oedogoniaceen. Acta Soc. Sci. Fenn. 27 N°1. Helsingfors.

Hübner, E. 1886. Euglenaceen. Flora von Stralsund. Progr. Realgymn. Stralsund: 1-20.

Johow, F. 1945. Floras de las plantas vasculares de Zapallar. Revista Chilena Hist. Nat. 49:8-566.

Kolkwitz, R. und H. Krieger. 1941. Zygnemtales. In Rabenshorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 13(2):1-499.

Krieger, W. & J. Gerloff. 1962. Die Gattung *Cosmarium*. Wienheim. Liefer 1:1-18 +1-112.

Krieger, W. & J. Gerloff. 1965. Die Gattung *Cosmarium*. Weinheim. Liefer 2:113-240.

Krieger, W. & J. Gerloff. 1969. Die Gattung *Cosmarium*. Wienheim. Liefer 3+4:241-410.

Kützing, F.T. 1845. Phycologia germanica, d.i. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen. 10+340. Nordhausen.

Kützing, F.T. 1849. Species Algarum. 902 pp. Leipzig.

Lemmermann, E. 1910. Algen I. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg (hrsg. Von dem Bot., Verein. Der Provinz Brandenburg) 3:1-172.

Licuime, M. 1963. Estudio de las algas azules (Cyanophyceae) de la Provincia de Santiago. Anales Fac. Quím. Farm., Univ. Chile 15: 59-65.

Nordstedt, C.F.O. 1880. De Algis et Characeis. I. De Algis nonnullis, praecipue Desmidieis, inter Utricularias Musei Lugduno-Batavi. Acta Univ. Lund. 16: 1-14.

Parra, O. 1973. Estudio cualitativo del fitoplancton de Laguna Verde, Concepción (Chile). Excl. Diatomeas. Gayana Bot. 24: 1-27, 3 láms.

Parra, O. 1975. Desmidiáceas de Chile. I. Desmidiáceas de la región de Concepción y alrededores. Gayana Bot. 30:1-90, 175 figs.

Parra, O. y M. González. 1977a. Desmidiáceas de Chile III. Desmidiáceas de la Isla de Chiloé. Gayana Bot. 34: 1-103.

Parra, O. y M. González. 1977b. Catálogo de las algas dulceacuícolas de Chile. Pyrrophyta, Chrysophyta-Chrysophyceae, Chrysophyta-Xanthophyceae, Rhodophyta, Euglenophyta y Chlorophyta. Gayana Bot. 33: 1-102.

Parra, O. and M. González. 1978. Freshwater Algae of Chiloé Island, Chile. Nova Hedwigia 33: 973-924.

Parra, O., P. Rivera, M. González e I. Hermosilla. 1974. Análisis de la flora algológica del contenido estomacal de los estadios larvales de *Caudiverbera caudiverbera* (Linnaeus) (Rana Chilena). Bol. Soc. Biol. Concepción, 48:85-89.

Parra, O., E. Ugarte y V. Dellarossa. 1981. Periodicidad estacional y asociaciones en el fitoplancton de tres cuerpos lénticos en la región de Concepción, Chile. Gayana Bot. 36:1-35.

Parra, O., M. González, V. Ddellarossa, P. Rivera y M. Orellana. 1982a. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. III Cryptophyceae - Dinophyceae - Euglenophyceae. Univ. de Concepción. 99 pp.

Parra, O., M. González, V. Dellarossa, P. Rivera y M. Orellana. 1982b. Manual taxonómico del fitoplancton de Chile. I. Cyanophyceae. Univ. de Concepción. 70 pp.

Parra, O., M. González y V. Dellarossa. 1983. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae Parte II: Zygnematales. 353 pp. Universidad de Concepción.

Pereira, I. y O. Parra. 1984. Algas filamentosas dulceacuícolas de Chile. I. Algas bentónicas de Concepción. Gayana Bot. 41(3-4):141-200.

Pérez Canto, J. 1929. Los Protozoarios del suelo. Revista Chilena Hist. Nat. 33:146-148.

Playfair, G.J. 1915. The genus *Trachelomonas*. Proc. Linn. Soc. New South Wales 40:1-41.

Rabenhorst, L. 1868. Flora Europas Algen 3:377.

Ralfs, J. 1848. The British Desmidiaceae. Verlag von J. Cramer. 226 pp.

Reinsch, P.F. 1867. Die Alpenflora des mittleren Theiles von Franken. Nürnberg. viii, 238 pp., 13 tab.

Rivera, P., O. Parra y M. González. 1973. Fitoplancton del Estero Lenga. Chile. Gayana Bot. 23:1-93.

Solari, M.E. 1963. Contribución al estudio de las algas de agua dulce (Chlorophyceae) de la Provincia de Santiago. Mem. Fac. Quím. Farm., Univ. de Chile. 43-48, 6 láms.

Stein, F.R. 1878. Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abt. Der Organismus der Flagellaten. Leipzig. 154 pp.

Subrahmanyan, R. 1959. Studies on the phytoplankton of the west coast of India. Part I. Proc. Indian Acad. Sci. 50B: 113-187.

SUBRAHMANYAN, R. AND G.B. MANNA. 1966. Relative response of the rice plant to blue-green algae and ammonium sulphate in bulk trials. Curr. Sci. 35: 482-483.

THEODULOZ, C. Y O. PARRA. 1984. Desmidiáceas (Saccodermae y Placodermae) de Chile. IV. Desmidiáceas del Sistema de Lagos de la Cordillera del Paine y alrededores. Gayana Bot. 41(3-4): 201-224.

THOMASSON, K. 1955. Studies on South American Freshwater Plankton. Plankton from Tierra del Fuego and Valdivia. Acta Horti Gothob. 19: 193-225.

THOMASSON, K. 1963. Araucarian Lakes. Plankton studies in North Patagonian with notes on terrestrial vegetation. Acta Phytogeogr. Suec., 47: 1-139.

TIFFANY, L.H. 1926. The filamentous algae of northwestern Jowa, with special reference to the Oedogoniaceae. Trans. Amer. Microscop. Soc. 45(2): 69-132, 16 Pls. (179 Fig.).

TRANSEAU, E.N. 1914. New species of green algae. Amer. J. Bot. 1: 289-301, Pl. XXV-XXIX, 44 fig.

WITTROCK, V. 1872. Om Gotlands och Olands sötvattensalger. Bih. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. 1(1): 1-72. Pls. 1-4.

WITTROCK, V. UND C.F.O. NORDSTEDT. 1880. Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae... Bot. Notiser. Fasc. 7-8: 113-122.

WOOD, R. 1965. A Revision of the Characeae. Monograph of the Characeae. Verlag Von J. Cramer. 904 pp.

Fecha de publicación: 15.10.2000

 ISSN 0016-5301

NOVEDADES EN LA FAMILIA ALSTROEMERIACEAE

NOVELTIES IN THE ALSTROEMERIACEAE FAMILY

Mélica Muñoz Schick*

RESUMEN

Se describe *Alstroemeria lutea* M.Muñoz, *Alstroemeria achirae* M.Muñoz et Brinck y *Alstroemeria werdermannii* var. *flavicans* M.Muñoz como especies y variedad nuevas para la ciencia. Se presentan descripciones, distribución geográfica y fotografías en color de cada una de ellas. Se complementa la descripción de *Alstroemeria modesta* Phil. Se describe *Leontochir ovallei* Phil. var. *luteus* para una variedad con flores de color amarillo.

Palabras claves: Taxonomía, *Alstroemeria*, *Leontochir* (Alstroemeriaceae), Chile.

ABSTRACT

Alstroemeria lutea M.Muñoz, *Alstroemeria achirae* M. Muñoz et Brinck and *Alstroemeria werdermannii* var. *flavicans* M.Muñoz are described as new species and variety for science. Description, geographic distribution and colour photographs for each species are presented. The descriptions of *Alstroemeria modesta* Phil. is complemented. *Leontochir ovallei* Phil. var. *luteus*, a yellow flower colour variety is described.

Keywords: Taxonomy, *Alstroemeria*, *Leontochir* (Alstroemeriaceae), Chile.

INTRODUCCION

La gran floración que se presentó en el año 1997, por la mayor cantidad de precipitaciones en nuestro país, motivó a diversos colaboradores de la Sección Botánica, interesados en nuestra flora, quienes entregaron interesantes ejemplares al Herbario Nacional (SGO).

De la Primera Región, Tarapacá, se recibió una colección de la costa de Iquique, realizada por Raquel Pinto, botánica de la Universidad Arturo Prat. En ella venían ejemplares y fotografías de *Alstroemeria*.

De la Región de Coquimbo y de la de Maule se recibieron ejemplares y fotografías de *Alstroemeria* de parte de Axel Brinck.

De la costa de la Región de Atacama se recibieron ejemplares y fotografías de *Alstroemeria*, de parte de Teresa Eyzaguirre.

*Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile.

Se revisó la bibliografía existente para estos géneros, tanto para nuestro país (Bayer 1987), como para los países limítrofes (Brako y Zarucchi 1993; Macbride 1936 y Sanso 1996), concluyéndose que constituyen especies y variedad nuevas.

Con esta contribución se aumenta en dos especies y una variedad las 42 entidades de *Alstroemeria* presentes en Chile y una variedad nueva en *Leontochir*.

DESCRIPCION

Alstroemeria lutea M.Muñoz, sp. nov. (Fig. 1)

Planta valida. Foliis pseudopetiolatis, resupinatis, ovato-lanceolatis, glabris, 4,5-13,5 cm longis, 1,5-3,5 cm latis. Umbella 2-3 flora; floribus luteis, tepalis exterioribus, albo vel pallide luteis, obovatis, apice emarginato mucronato, margine serrulato, 5,5-6,5 cm longis, 2,2-4,3 cm latis; tepalis interioribus, oblanceolatis, 6,5-7 cm longis, 2,0-2,2 cm latis, mucronatis, lineis brevibus basin vel lata trienis superioris purpureo pictis; tepala inferiore minori, cum vel sine lineis his purpureis.

Planta robusta de 40-50 cm de alto. Hojas grandes, oval-lanceoladas, adelgazándose hacia la base en un pseudopecíolo algo resupinado, de 4,5-13,5 cm de largo por 1,5-3,5 cm de ancho, glabras, con los nervios algo elevados por el envés, lisas o algo onduladas en el borde. Flores grandes en grupos de 2-3 en el ápice de las ramas. Tépalos externos de color blanco cremoso y forma obovada, adelgazándose hacia la base, ápice escotado, con un pequeño mucrón oscuro en la escotadura, borde denticulado, de 5,5-6,5 cm de largo por 2,2-4,3 cm de ancho, en el tercio superior más ancho. Tépalos internos de color amarillo-oro y forma oblanceolada, adelgazándose hacia la base canaliculada que es papilosa por el envés. Los superiores de 6,5-7 cm de largo por 2-2,2 cm de ancho, con un pequeño mucrón en el ápice y estrías cortas, purpúreas hacia la base y/o hacia los costados en el tercio superior. El inferior algo más corto, de 5 cm de largo, puede o no presentar estas estrías; 6 estambres con anteras redondeadas o alargadas mayores, que se apoyan en el tépalo inferior y son sobrepasadas por el estigma trífido. Ovario con ángulos algo alados, que decurren hacia el pedicelo. Semillas desconocidas.

El nombre específico es por el color amarillo de los tépalos internos. La especie habita cerros costeros al sur de Iquique, Región de Tarapacá.

La especie presenta cierta semejanza con *Alstroemeria paupercula* Phil., de distribución en Perú: Arequipa y luego en Chile: entre Tocopilla (II Región) y Caldera (III Región), pero se puede separar por el color y tamaño de las flores (en aquélla son violáceas y menores) y el ápice de los tépalos externos que en *A. paupercula* es redondeado a truncado en el ápice y de bordes densamente denticulados.

En el Herbario se encontró un ejemplar sólo con hojas (SGO 47058), recolectado por P. Martens en Iquique (Huantaca), octubre 1904, que correspondería a esta misma especie.

MATERIAL ESTUDIADO

CHILE, Región de Tarapacá, provincia de Iquique, Altos de Punta Patache (20°49'S-70°09'W), en zona de roqueríos, R. Pinto, 8 Nov. 1997, SGO 143005 (HOLOTIPO); Ibid, W. Sielfeld n° 34, 1 Nov. 1997, SGO 143073, y Altos de Punta Lobos (21°02'S - 70°09'W), R. Pinto, 1 Nov. 1977, SGO 143006 (PARATIPOS).

Alstroemeria achirae M.Muñoz et Brinck, sp. nov. (Fig. 2)

Planta brevis. Foliis parvis, lineari-lanceolatis, 10-20 mm longis, 2-4 mm latis. Umbella 5-8- flora; floribus luteis vel pallide roseis, 4-5 cm longis; tepalis exterioribus obovatis, apice rotundato mucronato, lineis vel striis vinosis in dimidio supero; tepalis interioribus oblanceolato-triangularis, base papillosa, obscure mucronatis, striis vel lineis vinosis velatis; tepalo inferiore striis rubrovinosus ad margines in dimidio supero vel tantum roseo ad dimidium superum.

Tallo subterráneo de 7-10 cm, con túberes alargados, blanquecinos, de 3-6 cm de largo por 6-9 mm de ancho. Tallo emergente de 10-11 cm desde el suelo. Hojas pequeñas, linear-lanceoladas, de base ancha, de 10-20 mm de largo por 2-4 mm de ancho, color verde a rojizo-vinoso, glabras, nervaduras notorias, algo elevadas y onduladas, borde liso o algo ondulado. Inflorescencia de 5-8 flores, de 4-5 cm de largo, de color amarillo o de tinte rosado hacia los ápices cuando los tépalos externos no tienen estrías rojo-vinoso. Estos son de forma obovada, adelgazada hacia la base, ápice redondeado con un pequeño mucrón rojo-vinoso, mismo color que los nervios apicales, borde liso, de 2,7-3,6 cm de largo por 1,1-1,6 cm de ancho, con estrías rojo-vinosas en la mitad superior, o un tinte rosado en esta misma parte. Tépalos internos de forma oblanceolado-triangular, adelgazándose hacia la base que es papilosa por el interior, de 3-5 cm de largo por 1-1,6 cm de ancho en su parte más ancha, ápice triangular, terminado por un mucrón oscuro; los superiores enteramente cubiertos de estrías color rojo-vinoso. El inferior algo más corto, puede ser de color amarillo o con estrías hacia la mitad superior o sólo con color rosado en la mitad superior. Filamentos y estilo amarillos o rojizos, sobrepasan los tépalos y se acercan al tépalo inferior, con anteras redondeadas, de 2,5 mm de largo y alargadas de 6 mm de largo, estigma trífido, generalmente menor que los estambres. Ovario de 3 ángulos rojizos, algo alados, de 1 cm largo por 0,8 cm ancho.

Semillas inmaduras (no se describen).

El nombre específico es por su semejanza con el colorido de las "achiras" (*Canna* sp.). La especie vive en la cumbre del cerro Los Queñes, Región del Maule.

MATERIAL ESTUDIADO

CHILE, Región del Maule, provincia de Curicó, cumbre Cerro Los Queñes, a 1850 m de altitud, en zona de piedras angulosas y con maicillo, A. Brinck, 22 Dic. 1996, SGO 143175 (HOLOTIPO); Ibid., 3 enero 1997, SGO 143174; Ibid., 1 febrero 1998, SGO 143176 (ISOTIPOS). Se observó entre los 1500 y los 1870 m.

La especie se asemeja a *Alstroemeria versicolor* Ruiz et Pavón en el colorido de sus flores, pero en ella los tépalos son todos más o menos iguales, de forma espatulada, curvados hacia atrás y la planta es más alta.

También se asemeja a *Alstroemeria spathulata* Presl, cuyas flores son de forma semejante pero de color rosado intenso, y además presenta roseta de hojas anchas, espatuladas, carnosas.

De la *Alstroemeria garaventae* Ehr.Bayer se separa, porque ésta es planta más alta, con flores de tépalos erectos, los externos con borde denticulado y vive sobre los 1900 m de altitud.

Alstroemeria werdermannii Ehr.Bayer var. ***flavicans*** M.Muñoz, var.nov. (Fig. 3)

A species typica differt floribus cum tepalis amplibus et flavus-pallidis.

Los ejemplares observados presentan hojas de bordes algo ondulados y con pequeñas papilas en sus bordes; tépalos con bordes algo doblados hacia adelante; los externos son de 3,0-3,1 cm de largo por 1,4 cm de ancho, blanquecinos o con un leve tinte violáceo, amarillentos hacia la base, con el ápice verdoso, los internos superiores de 3,2 cm de largo por 0,7 cm de ancho, con una gran mancha amarilla delimitada en su parte superior con una línea gruesa de color rojo vinoso y con pintas de este mismo color sobre el amarillo; son de forma lanceolado-rómbica, adelgazados hacia el ápice, canaliculados en tubo y con papilas hacia la base.

El tépalo inferior es lanceolado, de base plana y poco papiloso, y menor que los superiores, de 2,5 cm de largo por 1 cm de ancho; presenta un solo color algo rosado o lila hacia el ápice o con algunas pintas como los superiores.

La cápsula es de 1,6 cm de largo, de color café claro y las semillas son redondas, de color café oscuro y de 3 mm de diámetro.

El nombre varietal es por la localidad donde fue encontrada. La Sra. Eyzaguirre indica además (com. pers.) que la especie es frecuente a lo largo de la costa en ese sector, y que crece en arenas. La variedad crece en arenas al igual que la especie típica y dentro del rango de distribución de ella.

Alstroemeria werdermannii Ehr.Bayer var. *werdermannii* (Fig. 4) tiene hojas de bordes ondulados, los tépalos son de bordes doblados hacia adelante, pero son más angostos, de 0,5-1,2 cm de ancho los externos, de 0,5-0,6 cm de ancho los internos superiores y el colorido es rosado-purpúreo, con una franja amarilla y una mancha purpúrea oscura en los tépalos internos superiores.

La variedad típica vive en la costa de la Región de Atacama, ya que ha sido descrita para zonas entre Totoral y Huasco y hace unos años se encontró en Quebrada Honda, Región de Coquimbo (M.Muñoz 3806, 28.09.1997, SGO 143570).

MATERIAL ESTUDIADO

CHILE, Región de Atacama, provincia de Huasco, Playa Carrizalillo, Domeyko a la costa, M.T. Eyzaguirre, 4 de octubre de 1997, SGO 142453 (HOLOTIPO). Ibid, frutos y semillas, 10.1998.

Alstroemeria modesta Phil. (Fig. 5)

El Sr. Axel Brinck ha recolectado esta especie en la Región de Coquimbo; ella hasta ahora estaba poco representada en los herbarios de SGO, CONC, E y K (1 ejemplar de provincia de Copiapó y 5 ejemplares de provincia de Coquimbo).

Se complementa la descripción de flores, ahora con observaciones realizadas en material fresco, ya que la realizada por Bayer (1987) sólo pudo ser hecha en base a material de herbario. Las flores son blancas con leve tono purpúreo por el envés y en el mucrón. Los tépalos externos van desde 1,8 a 3,5 cm de largo. La mancha amarilla de los tépalos internos superiores es bífida, no recta y puede o no tener rayitas de color purpúreo encima.

La cápsula inmadura, cubierta de finas papilas acuosas, es de 1,5 - 1,8 cm de largo por 1,0 - 1,3 cm de ancho, con mucrón de 9-13 mm de largo.

Esta especie ha sido encontrada en localidades de las regiones de Atacama y de Coquimbo.

MATERIAL ESTUDIADO

CHILE, Región de Coquimbo, frente al balneario Las Tacas, en la base de los cerros, A. Brinck, 25 noviembre 1997, SGO 143217, SGO 143215 y SGO 143216 (en fruto).

Leontochir ovallei **Phil. var.** ***luteus***
M.Muñoz, var. nov. (Fig. 6)

A species typica differt floribus cum tepalis luteus.

Esta especie de grandes inflorescencias rojas se ha descrito para la costa de la provincia de Huasco, Región de Atacama.

Hace unos años, el profesor de Ciencias Naturales, de Vallenar, Sr. Roberto Alegría, observador de la naturaleza, ha encontrado una variación de color amarillo en las flores de la especie. Crece entre la población de la roja, pero es muy escasa.

Las plantas fueron fotografiadas en la Mina Oriente, camino a Carrizal Bajo, en noviembre 1991.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las personas mencionadas en el texto que trajeron el interesante material, además de fotografías en color de las especies. A Sergio Moreira por la fotografía de *Alstroemeria werdermannii.* Se agradece al vaqueano Juan Ramón Cabello y a Juan Alonso Soto Nonque, quienes descubrieron la especie del cerro Los Queñes. Al Sr. Gosewijn W.J. van Nieuwenhuizen y al Dr. Ariel Camousseight por la colaboración en las descripciones en latín.

BIBLIOGRAFIA

Bayer, E. 1987. Die Gattung *Alstroemeria* in Chile. Mitt. Bot. Staatssamml. München 24: 1-362, 8 lám.

Brako, L. y J.L. Zarucchi. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: i-xl, 1-1286.

Macbride, F. 1936. Flora of Peru. Field Mus.Nat.Hist., Bot.Ser. 13(1,3): 421-768.

Sanso, A.M. 1996. El género *Alstroemeria* en Argentina. Darwiniana 34(1-4): 349-382.

Fecha de publicación: 15.10.2000



Fig. 1. *Alstroemeria lutea* M. Muñoz (Fotografía de R. Pinto). Fig. 2. *Alstroemeria achirae* M. Muñoz et Brinck (Fotografía A. Brinck). Fig. 3. *Alstroemeria werdermannii* var. *flavicans* M. Muñoz (Fotografía M.T. Eyzaguirre). Fig. 4. *Alstroemeria werdermanni* Ehr. Bayer var. *werdermannii* (Fotografía Sergio Moreira). Fig. 5. *Alstroemeria modesta* Phil. (Fotografía M. Muñoz). Fig. 6. *Leontochir ovallei* var. *luteus* M. Muñoz, junto a *L. ovallei* Phil. var. *ovallei* (Fotografía R. Alegría).

Fig 1. *Alstroemeria lutea* M. Muñoz (Photo R. Pinto). Fig. 2. *Alstroemeria achirae* M. Muñoz et Brinck (Photo A. Brinck). Fig. 3. *Alstroemeria werdermannii* var. *flavicans* M. Muñoz (Photo M.T. Eyzaguirre). Fig. 4. *Alstroemeria werdermanni* Ehr. Bayer var. *werdermannii* (Photo Sergio Moreira). Fig. 5. *Alstroemeria modesta* Phil. (Photo M. Muñoz). Fig. 6. *Leontochir ovallei* var. *luteus* M. Muñoz, near *L. ovallei* Phil. var. *ovallei* (Photo R. Alegría).



Gayana Bot. 57(1): 61-66, 2000 ISSN 0016-5301

TWO NEW SUBSPECIES OF *TROPAEOLUM* (TROPAEOLACEAE) FROM THE IV REGION (COQUIMBO), CHILE

DOS NUEVAS SUBESPECIES DE TROPAEOLUM *(TROPAEOLACEAE) DE LA IV REGION (COQUIMBO) DE CHILE*

John M. Watson* and Ana R. Flores*

ABSTRACT

Two new subspecies of *Tropaeolum hookerianum* Barn. are described. Apart from *T. hookerianum* subsp. *austropurpureum* presented here, only one other Andean-Pacific temperate *Tropaeolum*, *T. azureum* Bert. ex Colla, has blue to purple flowers. The second taxon, *T. hookerianum* subsp. *pilosum*, is distinguished by pilose pedicels, a feature unique among Andean-Pacific temperate species. Both novelties are Chilean endemics restricted to the IV Region (Coquimbo), as also is the nominate subspecies. All three are allopatric, and considered together extend the species' range to the north, to the south and to the east. Their characters and interrelationships pose implications for *Tropaeolum* evolution which are likely to be of interest to exponents of phylogenetics (cladistics), phenetics (taxometrics) and other disciplines. Descriptions and a key are provided, and aspects of morphology, ecology and distribution discussed.

KEYWORDS: *Tropaeolum* L., flora of Chile, Coquimbo, endemics, new taxa.

RESUMEN

Se describen dos subespecies nuevas de *Tropaeolum hookerianum* Barn. Además de *T. hookerianum* subsp. *austropurpureum* J. M. Watson & A.R. Flores presentado aquí, sólo otro *Tropaeolum* de la zona templada andino-pacífica, *T. azureum* Bert. ex Colla, tiene flores de color que va de azul a morado. El segundo nuevo taxon, *T. hookerianum* subsp. *pilosum* J.M. Watson & A.R. Flores, se distingue por sus pedicelos pilosos, un caracter único entre las especies templadas del sector andino-pacífico. Ambos nuevos taxones son endémicos chilenos y están restringidos a la IV Región (Coquimbo), igual que la subespecie típica. Los tres son alopátricos y en total extienden el rango de la especie hacia el norte, el sur y el este. Sus caracteres e interrelaciones se hallan involucrados en la evolución del género, que parece ser de interés a los exponentes de la filogenética (cladística), la fenética (taxometría) y otras disciplinas. Se provee de descripciones, una clave y se discute aspectos de su morfología, ecología y distribución.

PALABRAS CLAVES: *Tropaeolum* L., flora de Chile, Coquimbo, endémicos, nuevos taxa.

INTRODUCTION

Tropaeolum (ca 88 spp., Central America to Patagonia) is represented in Chile by 18 species and one widespread natural hybrid, all of section *Chilensia* Sparre. The taxa detailed below raise from four to seven the infraspecific elements of section *Chilensia*. (Sparre & Andersson 1991; Hoffmann *et al.* 1998; Watson, ined.).

*Fundación Claudio Gay, Alvaro Casanova 613, Peñalolén, Santiago de Chile.

Barnéoud (1846) described *T. hookerianum* (in Gay (1845)) from *type* material collected at Talinay, Limarí province, by Gay. The nature of the species' predominant clusters of flowers was observed and explained by Skottsberg (1950). Sparre & Andersson (*op. cit.*) noted *T. hookerianum* as endemic to a rather limited coastal area of Coquimbo region, and common around the Rio Limari estuary (Fray Jorge, Talinay). They discounted as aberrant a record from Ñuble (Buchenau 1892). The taxa most closely related to *T. hookerianum* are *T. brachyceras* Hook. & Arn. to the south (IV to V Regions) and *T. beuthii* Klotzsch of littoral desert oases (II Region), northernmost of the section.

MATERIALS AND METHODS

As part of a wider study of the genus, several short excursions were made during 1997 into areas of the IV Region where *Tropaeolum* species had been observed many years before by one of ourselves (Flores), or are known to occur. The first phase, in September, involved locating and collecting flowering material: the second, in November, revisiting the same sites during the fruiting stage. Voucher specimens were taken, later to be deposited in SGO, CONC and K. This present study utilised any which corresponded with basic characters of *Tropaeolum hookerianum* s.l., including from most of its previously known range. Comparisons were made and relevant literature was studied, notably the most recent taxonomic revision of the Tropaeolaceae by Sparre & Andersson (*op. cit.*).

DESCRIPTIONS AND DISCUSSIONS

Tropaeolum hookerianum Barnéoud subsp. ***hookerianum***, in Gay, Fl. Chil. 1: 415. 1846.

The characterisation (in part) of *T. hookerianum* by Sparre & Andersson (*op. cit.*) in their key states: "Flowers usually borne in clusters of 3-5...". The main description amplifies this: "Flowers borne singly at nodes, but nodes in clusters of 2-8 along stem with often less than 1 mm in between..." Our field observations and voucher material reveal this fasciculation to be an inconstant feature. Nor is it unique to *T. hookerianum*. An example of that species from Fray Jorge shows a continuous (lower) flowering stem with 16 consecutive solitary pedicels and nodes spaced at intervals of 1 cm. Above this point on the stem the typical clustering formation predominates. The same tendency, though less extreme, was noted at El Teniente. Solitary flowering nodes may alternate with clusters along the stem, although in general solitary and fasciculated sections tend to be relatively discrete. Our impression is that solitary sequences occur as a rule on lower sections of the stem where floration commences, or on less vigorous shoots. Individuals from populations of other species recently sampled by ourselves also display dense, unmistakable nodal fasciculation: *T. tricolor* Sweet from Coquimbo province south Los Vilos (Flores & Watson 8813, SGO) and the base of Cuesta Buenos Aires (Flores & Watson 8845, SGO): *T. beuthii* (Flores & Watson 8990, SGO) from the Paposo district.

T. hookerianum s.l. may always be distinguished from these and other taxa by reliably constant alternative features such as petal dimensions and spur data.

Tropaeolum hookerianum Barnéoud subsp. ***austropurpureum*** J.M.Watson et A.R.Flores, subsp. nov.

CHILE, IV Región, Choapa Province, Panamerican highway, near the Padre Hurtado monument S of road junction to Combarbalá, 100 m, 12-IX-1997, Flores & Watson 8553 (SGO holotype; CONC, K isotypes).

A T. hookeriano Barnéoudsubsp. hookeriano et T. hookeriano subsp. piloso J.M.Watson et A.R. Flores colore purpureo florum et distributio discreto australi differt.

Slender, delicate climbing herb, prostrate only in rare absence of support, 3 m or usually less long, from subterranean tuber, glabrous throughout. Leaves estipulate; petiole to 15(-20) mm; blade divided almost to base into 5-6 radiating, narrowly lanceolate to obovate segments, 3-14 x 1-6 mm, obtuse to subobtuse; one segment of blade usually mucronate or retuse with a mucro. Flowers arising singly from nodes, but these commonly in dense aggregates of 2-9 along stem, at least in upper section of stem. Pedicels to 50 mm. Calyx lobes subequal, oblong, obtuse, 6-8 x 3-4 mm, dull purple, often tinged green and dark-veined; spur stout, conical, 5-6 mm long, 4-8 mm wide at base, pale greyish, veined dark purple-violet, apex subobtuse. Petals subequal, much exceeding calyx lobes, 10-15 x 5-9 mm, subspathulate, emarginate to subentire, purple or very rarely white, veined darker at base. Fruit a trimerous schizocarp as brown, dry mericarps 4-5 mm long of which 1-3 may develop.

Distribution and habitat. A strikingly beautiful subspecies, apparently confined to Choapa province by major valleys to the north and south. The present known longitudinal range is from near Las Palmas (31°17'S), some 30 km south of the nearest observed site of subsp. *hookerianum* (El Teniente, 31°05'S),

to just beyond the Padre Hurtado monument (31°30'S). It is locally rather common in many valleys alongside the Panamerican highway, including around the road junction to Combarbalá. Its status inland of the Panamerican is unknown, apart from one record shortly eastwards beside the road to Combarbalá (P. Riedemann, pers. comm.). Although not rare overall, subsp. *austropurpureum* should be classified as potentially vulnerable to large-scale disturbance such as highway development and commercial seed collecting.

Like subsp. *hookerianum*, the present subspecies is adapted to the humid, hilly coastal strip directly influenced by variable Pacific winter rainfall and frequent fogs. It inhabits species-rich valleys with an ephemeral spring floration followed by a long, arid period of drought. Shrubs and taller armed succulent elements form an important protective and supportive framework.

NOTES. The etymology of subsp. *austropurpureum* is intended to convey the importance and decisiveness of the geographically correlated difference between it and ssp. *hookerianum*. The overall segregation of the two flower colours is complete and mirrors the physical separation of both taxa. It is reinforced by uniformity of colour throughout the gross population of each subspecies and total lack of intermediates. One random white form of subsp. *austropurpureum* has been recorded in habitat.

T. hookerianum subsp. *austropurpureum* has been raised and flowered in Europe during 1999 from a small and responsible introduction by seed. It has already gained prizes and is regarded as showing considerable horticultural promise.

Tropaeolum hookerianum Barnéoud subsp. ***pilosum*** J.M.Watson et A.R.Flores, subsp. nov.

CHILE, IV Region, Elqui Province, Quebrada Maitencillo, 16 km N of Andacollo, 400 m, 21-IX-1997, Flores & Watson 8580 (SGO holotype; CONC, K isotypes).

T. hookeriano Barnéoud subsp. hookeriano aspectu similissimo, sed pedicellis pilosis; differt a T. hookeriano subsp. austropurpureo J.M.Watson et A.R.Flores pedicellis pilosis et colore flavo florum.

Slender, delicate climbing herb, prostrate only in rare absence of support, 2 m or usually less long, from subterranean tuber, glabrous except for pedicels and stems. Stems puberulous. Leaves estipulate; petiole to 15(-20) mm; blade divided almost to base into (4-)5-6 radiating and lanceolate, oblanceolate, ovate or obovate segments, 4-12 x 1-7 mm, obtuse, one segment of blade often mucronate. Flowers arising singly from nodes, but these commonly in aggregates of 2-4 along stem, at least in the upper section of stem. Pedicels to 30 mm, strongly pilose at base, less so above halfway to glabrous at apex. Calyx lobes subequal, oblong, obtuse, 6-8 x 3-4 mm, yellow-green; spur stout, conical, 5-6 mm long, 5-6 mm wide at base, yellow-green, apex subobtuse, somewhat darker green. Petals subequal, much exceeding calyx lobes, 8-12 x 5-8 mm, subspathulate, emarginate, yellow, more or less dark red-veined at base. Fruit a trimerous schizocarp as brown, dry mericarps 4-5 mm long of which 1-3 may develop.

DISTRIBUTION AND HABITAT. Known only from the type gathering. As observed it is not uncommon within its very localized colony. Conservation status: rare and consequently vulnerable.

Although its habitat area is still affected by coastal Pacific winter rainfall and fogs, subsp. *pilosum* clearly experiences a somewhat more arid and rigorous climatic regime than the other two subspecies. It inhabits the lower section of a south facing hillslope, one side of a steep river valley. Vegetative cover consists of small scrub patches or individual shrubs with rather bare, stony and rock-strewn stretches in between which briefly support a thin, ephemeral spring cover of annuals.

NOTES. Apart from its geographical distribution pattern, subsp. *pilosum* is unique and unexpected in one morphological particular. With three exceptions, previously known taxa from section *Chilensia* are glabrous. Those three display minor, variable or transient indumentum features and include, significantly, subsp. *hookerianum* as sometimes finely puberulous (Sparre & Andersson, *op. cit.*). Subsp. *pilosum* is therefore the first taxon of the section with well-developed indumentum. Equivalent consistent diagnostic hair occurs in 17 or more taxa from other sections endemic to intertropical and subtropical South America. At least

13 of these have some degree of regular pedicel pilosity. Sparre and Andersson note a further 28 from these sections with indumentum as a contingent character. Section *Chilensia* was regarded by them as primitive and essentially glabrous. Consequently they considered the presence of hairs in more recently evolved lines as likely to be a derived character.

On the basis of our present knowledge, subsp. *pilosum* classifies as a single-site, vicariant holoendemic (Richardson 1978), perhaps a relict. A few other taxa in section *Chilensia* are notably narrow endemics (cf. *T. rhomboideum* Lemaire), but only the cordilleran *T. jilesii* Sparre (of suspected recent hybrid origin, thus neoendemic) shares single site status (Sparre & Andersson, *op. cit.*). Subsp. *pilosum* is located 30 km due inland from Guanaqueros Bay, while the nearest recorded site for subsp. *hookerianum* (Altos de Talinay) lies some 50-60 km to the southwest. The intervening coastal plain evidently lacks suitable habitat. We speculate that continuing tectonic uplift in an area of shallower continental shelf, Guanaqueros Bay, may quite rapidly have distanced subsp. *pilosum* from the coast and its congeners, while at the same time gradually elevating it. Its sole known locality now appears to be effectively isolated. As a result this subspecies has perhaps been unable to expand its range.

The mixture of grouped and separated flowers noted above for subsp. *hookerianum* also corresponds in the two new subspecies. It is particularly common in subsp. *pilosum*, where clustering is less marked, giving a greater proportion of solitary flowers and a maximum of four pedicels per node-fascicle, as recorded.

CONCLUSION

We strongly suspect that pollinator preferences account for the purple corolla of *T. hookerianum* subsp. *austropurpureum*, probably also in the context of a floral guild (cf. Cocucci & Sersic 1992). In our judgement its utterly distinct flower coloration and the notable indumentum feature presented by *T. hookerianum* subsp. *pilosum*, considered in conjunction with the geographical isolation of both, clearly warrant recognition at some taxonomic level. While the two new entities are insufficiently differentiated from *T. hookerianum* subsp. *hookerianum* to justify recognition as full species, all three do fall very naturally into a group of allopatric subspecies.

Key for distinguishing *Tropaeolum hookerianum* s.l. and separating its subspecies

Pedicels and nodes usually or occasionally borne in dense separate clusters of 2-9, at least in distal section of stem;

1a. Pedicels and nodes occasionally borne in dense separate clusters. Spur slender 2

1b. Pedicels and nodes usually borne in dense separate clusters. Spur conical, 5-6 mm long: petals 8-15 mm long. (Coquimbo region only) 3

2a. Spur 20-25 mm, petals shorter than calyx lobes. .... *T. tricolor*

2b. Spur 8-10 mm, petals 11-12 mm, distinctly longer than calyx lobes. (Antofagasta region only) .... *T. beuthii*

3a. Pedicels not pilose: (near coast) 4

3b. Pedicels distinctly pilose: (inland, below Andacollo) .... *T. hookerianum* subsp. *pilosum*

4a. Flowers yellow. (Altos de Talinay to El Teniente) .... *T. hookerianum* subsp. *hookerianum*

4b. Flowers purple. (Panamerican Highway: La Palma to Padre Hurtado monument). ....*T. hookerianum* subsp. *austropurpureum*

ACKNOWLEDGMENTS

Our warmest thanks to all who so generously drew our attention to ssp. *austropurpureum*; to Adriana Hoffmann, who first showed us photographs of it; to Paulina Riedemann and Gustavo Aldunate who took us to its site; and above all to their daughter, Margarita Aldunate, the original discoverer. Our sincere gratitude goes also to Ingeniero Agrónomo Mélica Muñoz S. of the Museo Nacional de Historia Natural de Santiago for her helpful suggestions and kind assistance in checking our manuscript.

REFERENCES (Only pertinent page)

BARNÉOUD, F.M. 1846. Tropaeolaceae. *In* C. Gay. Fl. Chil. 1: 415. Paris.

BUCHENAU, F. 1892. Beitrage zur Kenntnis der Gattung *Tropaeolum*. Bot. Jahrb. Syst. 15: 241-248.

COCUCCI, A.A. & A. SÉRSIC. 1992. Polinización por animales en la flora de Chile. *In* Grau J. & Zizka G. (eds.). Flora silvestre de Chile. Palmengarten 19: 127-128.

HOFFMANN, A.E., M. KALIN ARROYO, F. LIBERONA, M. MUÑOZ & J. WATSON. 1998. Plantas altoandinas en la flora silvestre de Chile: 114-115. Santiago de Chile.

RICHARDSON, I.B.K. 1978. Endemic taxa and the taxonomist. *In* Street, H. E. Essays in plant taxonomy: 245-262. London & New York.

SKOTTSBERG, C. 1950. Apuntes sobre la flora y vegetación de Frai Jorge (Coquimbo, Chile). Acta Horti Gothob. 18: 140.

SPARRE, B. & L. ANDERSSON. 1991. A taxonomic revision of the Tropaeolaceae, Opera Bot. 108: 1-139.

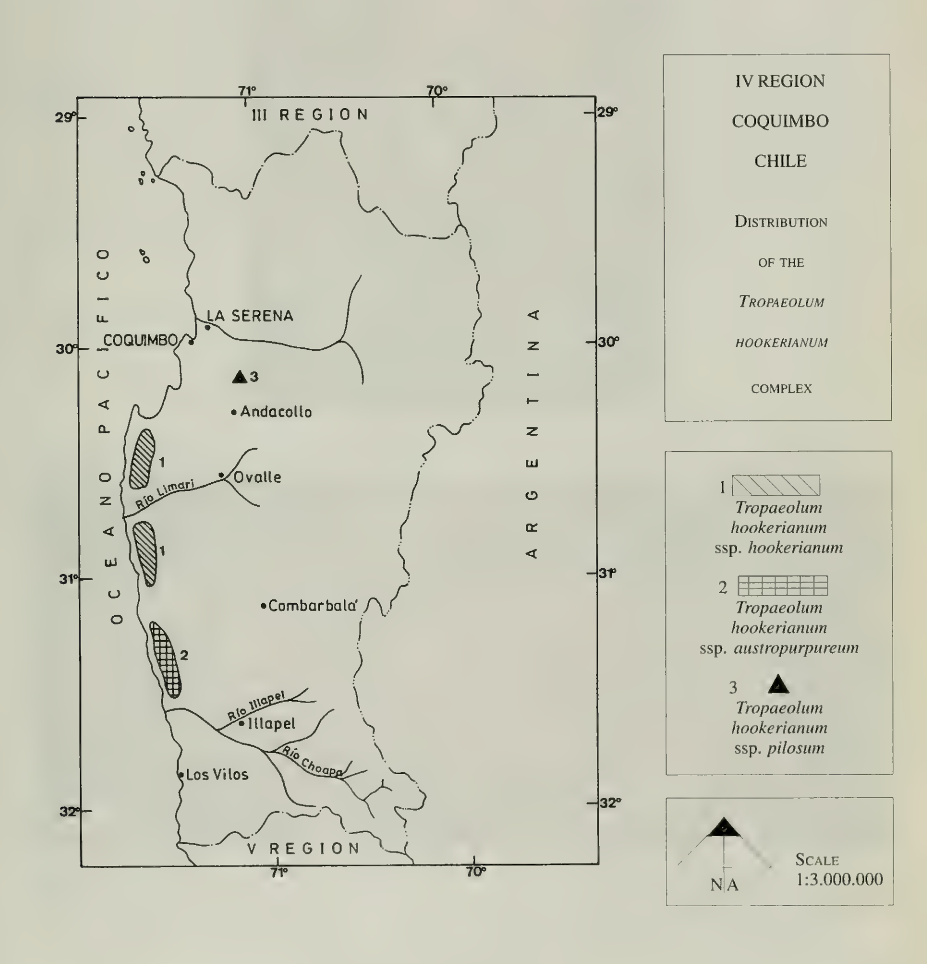




FIG. 1. *Tropaeolum hookerianum* ssp. *pilosum*



FIG. 2. *Tropaeolum hookerianum* ssp. *austropurpureum*

Fecha de publicación: 15.10.2000

Gayana Bot. 57(1): 67-87, 2000 ISSN 0016-5301

LAS ESPECIES ARGENTINAS DE *CROTALARIA* (LEGUMINOSAE - CROTALARIEAE): NOVEDADES, DESCRIPCIONES Y CLAVE[1]

SPECIES OF CROTALARIA *(LEGUMINOSAE-CROTALARIEAE) FROM ARGENTINA: NEW REPORTS, DESCRIPTIONS AND KEY*

Edith Gómez-Sosa[2]

RESUMEN

El género *Crotalaria* L. tiene 12 especies en el área subtropical de Argentina. Se citan por primera vez cinco especies para el país, de las cuales cuatro son nativas: *C. balansae* Micheli, *C. maypurensis* Kunth., *C. paulina* Schrank y *C. tweediana* Benth.; y una especie introducida: *C. spectabilis* Roth. Todas las especies se describen e ilustran, incluyéndose información sobre distribución geográfica, observaciones ecológicas y usos. Se incluye una clave para diferenciar las especies nativas y naturalizadas presentes en Argentina.

Palabras claves: Taxonomía, *Crotalaria*, Leguminosae, Argentina.

ABSTRACT

The genus *Crotalaria* L. has 12 species in subtropical areas of Argentina. Five species are cited for the first time for the country, of which four are native species: *C. balansae* Micheli, *C. maypurensis* Kunth., *C. paulina* Schrank, and *C. tweediana* Benth.; and one is an introduced species: *C. spectabilis* Roth. All species are described and illustrated, including geographical distribution, ecological observations and utilization. A key to differentiate all taxa from Argentina is also included.

Keywords: Taxonomy, *Crotalaria*, Leguminosae, Argentina.

INTRODUCCION

Hasta el presente no existe un estudio monográfico o de conjunto para las especies del género *Crotalaria* L. de Argentina. Burkart (1952) trata el género y da una clave para 7 especies sin describirlas, incluyendo datos sobre distribución y usos. Posteriormente, en la flora de Entre Ríos (Burkart 1987) se tratan 3 especies y últimamente se han catalogado 7 especies para el país (Planchuelo 1999).

Para América del Sur sólo existen trabajos parciales o regionales (Bentham 1859; Bernal 1986; Izaguirre & Beyhaut 1999; Macbride 1943).

En este trabajo se reconocen 12 especies para Argentina, que incluyen 5 nuevas citas: *C. balansae* Micheli, *C. maypurensis* Kunth, *C. tweediana* Benth., *C. paulina* Schrank y *C. spectabilis* Roth, esta última naturalizada. Las entidades se describen teniendo en cuenta caracteres considerados de importancia taxonómica por Polhill (1971, 1981 y 1982), Windler (1974), Windler & Mc Laughlin (1980), y Windler & Skinner (1982). Se incluye una clave para su diferenciación y se aportan datos de distribución geográfica, hábitat y usos.

El género *Crotalaria* L. ha sido considerado dentro de la tribu Genisteae (Adams) Benth. (Bentham 1865). Posteriormente Hutchinson (1964) lo incluye en la tribu Crotalarieae (Benth.) Hutch. y Polhill (1976), después de un exhaustivo análisis redistribuye más naturalmente los géneros de la tribu Genisteae en las siguientes tribus: Bossiaeeae (Benth.) Hutch., Liparieae (Benth.) Hutch., Crotalarieae y Genisteae *s. str.* De acuerdo a esta nueva clasificación de Polhill (1981, 1982 y 1994) y Bisby (1981), la tribu Crotalarieae comprende 11 géneros, de los cuales sólo *Crotalaria* está presente en Argentina.

[1] Este trabajo es el resultado del estudio del género como colaboración al proyecto Flora Fanerogámica Argentina, PICT 1963, FONCYT - Argentina.

[2] Instituto de Botánica Darwinion, Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CC 22, 1642 San Isidro, Buenos Aires, Argentina.

Crotalaria es un género tropical que se extiende hasta el subtrópico, especialmente en el hemisferio sur, y cuenta con unas 600 especies distribuidas mayormente en el E y SE de Africa (Polhill 1982). En América su área natural va desde el S de Estados Unidos de América hasta Argentina subtropical y Uruguay (Burkart 1952; Windler 1974).

Algunas especies son útiles como abono y cubierta verde, y se las recomienda como enriquecedoras del suelo en humus y nitrógeno, especialmente en regiones subtropicales de suelos ácidos. Además, como fibra vegetal se ha cultivado *C. juncea* L., originaria de India e introducida experimentalmente en Salta y Misiones (Burkart 1952).

El género *Crotalaria* es una buena fuente de materia orgánica, su follaje fresco usualmente contiene entre 0,5-1% de nitrógeno, que cuando se incorpora al suelo mejora la fertilidad y la retención de nutrientes, al mismo tiempo que provee estructura al suelo enriqueciéndola de humus y retardando la erosión (Nat. Acad. Sci., 1979). Como buena fuente de abono verde y cobertura del suelo en Colombia, se destacan *C. brevidens* Benth., *C. purdieana* Senn, *C. retusa* L., *C. spectabilis*, *C. juncea* y *C. lanceolata* E. Mey. (Bernal 1986).

Otras especies son reconocidas como tóxicas por sus semillas, como *C. pallida* Aiton y *C. spectabilis* Roth, experimentado tanto en ganado vacuno, equino, ovino, suino, porcino, como en perros y pollos (Bernal 1986). Se han aislado cerca de 50 alcaloides pirrolizidínicos de unas 45 especies de *Crotalaria* (Mears & Mabry 1971; Kinghorn & Smolenski 1981).

RESULTADOS

CLAVE PARA LAS ESPECIES ARGENTINAS DEL GENERO *CROTALARIA*

1. Hojas unifolioladas. Quilla con ápice convoluto. Fruto glabro 2
1. Hojas trifolioladas. Quilla con ápice recto. Fruto pubescente 9
2. Hierbas. Estípulas presentes 3
2. Hierbas o sufrútices. Estípulas nulas 8
3. Estípulas heteromorfas .... ***C. paulina***
3. Estípulas homomorfas 4
4. Estípulas con ancho uniforme a lo largo del entrenudo; tallos de aspecto aliforme .... ***C. pilosa***
4. Estípulas angostándose a lo largo del entrenudo, obsagitadas; tallos sin aspecto aliforme 5
5. Brácteas y bractéolas pecioladas. Las bractéolas nacen en la base del cáliz 6
5. Brácteas y bractéolas sésiles. Las bractéolas nacen distanciadas de la base del cáliz 7
6. Estípulas ca. 0,25 cm de ancho en su parte superior. Flores ca. 1-1,5 cm de largo; cáliz con lóbulos superiores libres, estandarte con apéndices transversalmente elípticos con borde liso; alas rectangulares menores que el estandarte y subiguales a la quilla .... ***C. balansae***
6. Estípulas de 1-1,5 cm de ancho en su parte superior. Flores ca. 8 mm de largo; cáliz con lóbulos inferiores unidos por el ápice, estandarte con apéndices aliformes de borde eroso; alas espatuladas tan largas como el estandarte y menores que la quilla .... ***C. stipularia***
7. Brácteas ovado-cordadas, acuminadas, glabras, 0,5-1(-1,2) cm de largo. Bractéolas dispuestas en el tercio inferior del pedicelo. Racimos de (16-) 25-60 cm de largo, con 20-30 flores ca. 2 cm de largo, pedicelo ca. 1,7 cm de largo, cáliz glabro con lóbulos libres .... ***C. spectabilis***
7. Brácteas lanceoladas a elíptico-lanceoladas, pubescentes, 0,25-0,6 cm de largo. Bractéolas dispuestas en el tercio superior del pedicelo. Racimos ca. 8 mm, 1-4 flores de 1-1,6 cm de largo, pedicelo 0,2-0,35 cm de largo, cáliz pubescente con 3 lóbulos inferiores unidos en el ápice .... ***C. sagittalis***
8. Hierba hasta ca. 0,40 m alto. Tallos decumbentes, estriados. Brácteas de 0,5 cm de largo. Estandarte circular, alas glabras .... ***C. tweediana***
8. Sufrútice de 0,80-1,80 m alto. Tallos erectos, teretes. Brácteas ca. 1,2 cm de largo. Estandarte anchamente obovado, alas barbadas en el borde inferior y en la uña .... ***C. martiana***
9. Pubescencia hirsuta a glabrescente. Folíolos obovados a circulares, excepcionalmente elípticos .... ***C. incana***

9. Pubescencia aplicada. Folíolos elípticos a lanceolados 10
10. Estípulas persistentes. Flores ca. 0,7 cm de largo; cáliz con lóbulos libres. Legumbre 0,7-1 x 0,5 cm, con estípite de 0-0,5 mm de largo .... ***C. pumila***
10. Estípulas caducas o ausentes. Flores ca. 1,5-2 cm de largo; cáliz bilabiado con 4 lóbulos superiores unidos de a 2, formando un ojal, el inferior libre. Legumbre de 2-3,5 x 1-1,5, con estípite de 2,5-7 mm de largo 11
11. Apice de la inflorescencia con brácteas crespas (incurvas) .... ***C. micans***
11. Apice de la inflorescencia con brácteas rectas o sinuosas .... ***C. maypurensis***

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

1. *Crotalaria balansae* Micheli, Mém. Soc. Phys. Genève, 28 (7): 9. 1883. TIPO: Paraguay, Caaguazú, Mar. 1876, Balansa 1850 (tipo no visto, G, fototipo SI!). Fig. 1.

ICONOGRAFÍA: Micheli (1883: 99, Tab. 1).

Hierba ca. 30 cm de alto, rojizo-vellosa. Hojas simples, (2-) 3-4 (-5) cm de largo x 1-2 cm de ancho, ovado-lanceoladas, ápice agudo, subsésiles, superficie adaxial y abaxial vellosa, pelos de 2-3 mm; estípulas libres, ca. 1 cm de largo x 0,25 cm de ancho, triangulares, decurrentes, parte libre sagitada, pubescente. Racimo apical con ca. 3 flores; brácteas lanceoladas, pecioladas de 5-7 mm de largo, mayores que el pedicelo, bractéolas pecioladas ca. 1,5 mm de largo, dispuestas en la base del cáliz y mayores que el tubo. Flores amarillas, de 1-1,5 cm de largo, cáliz bilabiado, poco mayor que la corola, lóbulos inferiores de 4 mm de ancho, unidos hasta 6 mm, lóbulos superiores libres, de 3 mm de ancho; estandarte ca. 1,5 cm de largo x 1,1 cm de ancho, elíptico a obovado, en la superficie externa nervio principal pubescente en el tercio apical, en la superficie interna apéndices transversalmente elípticos con borde liso sobre la base de la lámina, uña pubescente; alas de 1,2 cm de largo x 0,3 cm de ancho, rectangulares; quilla de 1,2 cm de largo x 0,5 cm de ancho, angular, rostrada, con ápice convoluto y borde superior velloso; estilo geniculado con línea espiralada pubescente, ca. 24 óvulos. Vaina de 3 cm de largo x 1 cm de ancho, de contorno oblongo, glabra.

HÁBITAT: Vive en Brasil, Paraguay y en campos del N de Argentina, para donde se la cita por primera vez.

MATERIAL ESTUDIADO: ARGENTINA. Prov. Corrientes. Dpto. Santo Tomé: Gdor.Virasoro, IATEM Dpto. de Pasturas "F.H. Finch", verano-1962-1963 (fl), s/leg. 200 (SI). Prov. Jujuy. Dpto. Manuel Belgrano: Yala, camino a las lagunas, 30-I-1947 (fl, fr), Schulz 6588 (CTES). Prov. Misiones. Dpto. Candelaria: Mártires Brete, 17-II- 1946 (fl), Burkart 15403 (SI). Dpto. San Javier: 30 km de L.N.Alem, camino a San Javier, sobre ruta 4, 13-III-1969, Krapovickas *et al.* 15202 (CTES).

BRASIL. Edo. Santa Catarina. "Entre Campo Novo y Palmeira", 17-XII-1887 (fl, fr), Niederlein 307 (BA); "Campos de la Villa de Palmas", 26-I-1887 (fl), Niederlein 1060 (BA).

PARAGUAY. Aquidabán, Sa. De Amambay, I-1934 (fl, fr), T. Rojas 6632 (SI).

OBSERVACIONES: Niederlein (1890) cita *Crotalaria balansae* con los números 307 y 1060 de su colección, sin especificar localidad. El estudio de estos ejemplares ha permitido establecer que estas localidades pertenecen a Brasil.

2. *Crotalaria incana* L., Sp. Pl. 716. 1753. "Habitat in Jamaica et Caribaeis". LECTOTIPO: Herb. Sloane vol.6, fol.6 (lectotipo designado por Windler & Mc Laughlin, año 1980, BM, no visto). Fig. 2.

C. purpurascens Lam., Encycl.. 2: 200. 1786. TIPO: "Cette plante croit à Madagascar & dans l'Isle de France". (Tipo P-LAM, no visto).

C. glabrescens Andersson, Kongl. Svenska Vetensk. Acad. Handl. 1853: 248. 1855, non Benth. 1843. TIPO: "Galápagos, locis graminosis regionis mediae insulae Chatham, Andersson 222". (Tipo P, no visto).

C. incana L. var. *australis* Griseb., Symb. Fl. Argent. 98. 1879. ISOSINTIPOS: Tucumán, Tusca y Taruca,

Pampa cerca de La Cruz, Lorentz & Hieronymus 85, 22/28-XII-1872. Salta, en las cercanías de San José, Lorentz & Hieronymus 242, 12-II-1873. Jujuy, en las cercanías de Jujuy, Lorentz & Hieronymus 1028, IV- 1873 (isosintipos CORD, fotos SI!).

C. picensis Phil., Verz. Antofagasta Pfl. 8: 13. 1891. TIPO: "Habitat ad Pica". Febr. 1888, Philippi s.n." (Tipo SGO 50053, isotipo y foto SI!).

C. megapotamica Burkart, Darwiniana 17: 595. 1972. TIPO: "Entre Ríos, río Uruguay, Salto Grande al N de Concordia. A. Castellanos". 5-II-1931, Castellanos 595 (Tipo y foto del tipo SI!; isotipo BA 31-1101!). ICONOGRAFÍA: Windler & Mc Laughlin (1980: 603, fig. 15); Polhill (1982: 95, fig. 13); Burkart (1987: 642, fig.299, como *C. megapotamica* Burkart).

Arbusto o sufrútice de 0,60-1,5 m alt., pubescente a glabrescente. Hojas trifolioladas, folíolos hasta de 3 cm de largo x 2 cm de ancho, elípticos, obovados a circulares, excepcionalmente elípticos, ápice obtuso, apiculado, superficie adaxial glabra a espaciadamente pilosa, tricomas de 0,2-0,5 mm de largo, superficie abaxial pilosa a glabrescente; estípulas filiformes, caducas. Racimos generalmente laxos, brácteas y bractéolas caducas; flores de 1,1-1,5 cm de largo; cáliz ca. 9 mm de largo, 5 lóbulos triangular-subulados; estandarte subcircular, subigual a las alas y menor que la quilla, con 2 apéndices oblicuamente elípticos, de borde liso, oblicuos entre la lámina y la uña pubescente; alas rectangulares con uña oblicua, quilla ca. 1,3 cm de largo x 0,6 cm de ancho, triangular, cortamente rostrada, ápice recto, borde superior y zona subsiguiente conspicuamente vellosa; estilo geniculado, de ápice recto y cortamente pubescente. Vaina claviforme, cortamente apiculada, de 2-3 cm de largo x 0,5-0,6 cm de ancho, pubescente, castaño claro a oscura. Semillas oblícuo-cordiformes, comprimidas, ca. 2,5 mm diám., hilo semioculto por el lóbulo radicular. Cromosomas: 2n=14 (Fernández 1977; Palomino & Vázquez 1991; Cotias de Oliveira & Aguiar-Perecin 1999).

NOMBRE VULGAR: "arvejilla" (Montes 57 B, Misiones).

HÁBITAT: Especie pantropical, reconocida como maleza. En América del Sur está citada para Colombia y Perú. En nuestro país habita en Corrientes, Chaco, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe, Santiago del Estero y Tucumán, en abras, lugares altos y matorrales.

USOS: En Colombia *C. incana* es muy usada en medicina popular para curar la blenorragia, para baños y cataplasmas, y como desinfectante de heridas y llagas (García Barriga 1975; Bernal 1986).

MATERIAL ESTUDIADO: ARGENTINA. Prov. Corrientes. Dpto. Capital: Corrientes, 13-XI-1934 (fl, fr), Burkart 6752 (SI). Dpto. Bella Vista: 1 km de Ruta 27, camino a El Desmochado, 29-VIII-1972, Schinini 5115 (CTES). Dpto. Concepción: Tabay, 26-II-1967, Arbo 29 (CTES). Dpto. Empedrado: M. Derqui, 11-III-1950, Schwarz 10147 (CTES, LIL). Dpto. Itatí: Ruta12, 15 km E de acceso a Itatí, 23-I-1972, Krapovickas & Cristóbal 20844 (CTES). Dpto Ituzaingó: margen Río Paraná, en playa, 7-XII-1973, Quarín *et al.* 1802 (CTES). Dpto. Santo Tomé: 23 km E Ruta Nac. 14, camino Cnia. Garabi, 3-XII-1970, Krapovickas & Cristóbal 16950 (CTES). Prov. Chaco. Dpto. 1° de Mayo: Col. Benítez, XI-1929, Schulz 60 (CTES). Prov. Entre Ríos. Dpto. Concordia, obrador de Salto Grande, pradera próxima al río. 17-I-1977 (fl-fr), Troncoso *et al.* 1513 (SI). Prov. Formosa. Dpto. Formosa: III-1918 (fl), Jörgensen 2974 (SI). Dpto. Matacos: Ing. Juárez, 5-II-1963, Bordón 112 (CTES). Dpto. Pilcomayo: Río Pilcomayo, Pte. Internacional, 12-XI-1978, Arbo *et al.* 1574 (CTES). Prov. Jujuy. Dpto. Manuel Belgrano: Laguna de Yala, 2100 m s.m., 10-I-1947, Garolae-Romeo s.n. (CTES, LIL), Dpto. Ledesma: NE Calilegua, 23-III-1985 (fl, fr.), Kiesling *et al.* 5577 (SI). Dpto. Sta. Bárbara: Vinalito, 30-III-1983 (fl, fr) Ahumada 4655 (SI); Dpto. Tumbaya: Volcán, 2.300 m s.m., 21-II-1927 (fl), Venturi 4946 (SI, BA). Prov. Misiones. Dpto. Apóstoles: entre Apóstoles y San José, 9-II-1978 (fl,fr), Cabrera *et al.* 29060 (SI). Dpto. Capital: Carupá, 26-IX-1987, Aranda & Rodríguez 31 (CTES). Dpto. Candelaria: Loreto, 220 m s.m. 15-XII-1947 (fl, fr), Montes 57 B (SI). Dpto. San Ignacio: San Ignacio, 14-VIII-1950, Schwindt 5039 (CTES, LIL); *idem* 4-XII-1947 (fl, fr), Schwarz 5301 (CTES, LIL). Dpto. San Pedro: Tobuna, centro, 19-X-1949 (fr), Montes 7016 (SI). Prov. Salta. Dpto. Metán: 28-III-75, Krapovickas *et al.* 27945 (LIL). Dpto. Gral. J. de San Martín: ruta nac. 811 y 34, 13-III-1987, Cabrera *et al.* 34482 (SI).

Prov. Santa Fe. Dpto. Capital: San José del Rincón, 23-XI-1936 (fl, fr), Ragonese 2442 (SI). Dpto. San Javier: La Brava, 25-IV-1983, Pire 1379 (CTES). Prov. Santiago del Estero. Dpto. Capital: III-1914 (fl, fr), Castañeda Vega 42 (SI). Prov. Tucumán. Dpto. Trancas: La Criolla, 2-III-1912 (fl, fr), Rodríguez 361 (SI). Dpto. Tafí: Co. de San José, 2.700 m s.m., 11-XI-1925 (fl), Venturi 3648 (SI). Dpto. Trancas: Tapia, 70 m s.m., 28-XII-1911 (fl, fr), Rodríguez 243 (SI).

Observaciones: En los tratamientos tanto florísticos como monográficos se incluye una larga sinonimia y el reconocimiento de subespecies y variedades, las que podrán ser confirmadas con estudios complementarios a aquellos que consideran sólo las variaciones morfológicas. *C. megapotamica*, representada por ejemplares del NE y mesopotamia argentina, fue caracterizada por tener pubescencia más densa y velutina, pero en los ejemplares estudiados se pudo observar variaciones intermedias en densidad, longitud y disposición de los pelos, por lo que se la incluye en la sinonimia. Además se dilucida el origen del material tipo de *C. picensis*, que proviene de Chile y no de Montevideo como lo citan Windler & Mc Laughlin (1980).

3. *Crotalaria martiana* Benth., London J. Bot. 2: 482. 1843. TIPO: "Brasil, Martius, n. 1142". (Tipo M, no visto, isotipo K, foto del isotipo, SI!). Fig. 3.

Crotalaria paraguayensis Windler & S.G. Skinner, Brittonia 34(3): 343. 1982. TIPO: "Paraguay. Cordillera de Altos, Cerro Choché, 8 Apr. 1902, Fiebrig 226". (Tipo US, no visto, isotipos BAF!, SI!).

Sufrútice de 0,80-1,8 m alto. Tallos erectos, teretes, ca. 0,3 cm diám., seríceo-pubescentes. Hojas simples, 2,5-5 cm de largo x 1-2,6 cm de ancho, subsésiles, elípticas a oblongas, mucronuladas, discolores, superficie adaxial serícea glabrescente, abaxial serícea; estípulas nulas. Racimo terminal o lateral, de 3-11 cm de largo, con 6-12 flores; brácteas ca. 1,2 cm de largo x 0,4 cm de ancho, lanceoladas, superficie adaxial glabra, abaxial pubescente; bractéolas en la base de cáliz, similares, poco menores. Flores de 1,5-1,8 cm de largo, pedicelo ca. 0,7 cm de largo; cáliz igual o algo mayor que la corola, seríceo, bilabiado, los lóbulos inferiores unidos, naviculares, los superiores unidos hasta ca. 1,1 cm, con lóbulos ca. 0,8 cm de largo, anchamente triangulares; estandarte anchamente obovado, ápice obtuso, apiculado, externamente con franja pubescente en la mitad superior del nervio medio, internamente en la unión con la uña, 2 apéndices transversalmente elípticos, laminares con borde eroso, seguidos por una franja pubescente; alas de 1,2 cm de largo x 0,4 cm de ancho, rectangulares, paucibarbada en el borde inferior y la uña; quilla ca. 1,3 cm de largo x 0,7 cm de ancho, angular, con ápice convoluto, en borde superior y bordes libres barbados hacia la base, borde inferior connato con pelos del doble de longitud; estilo geniculado glabro, estigma en bisel circumpubescente, ca. 24 óvulos. Legumbre ca. 4 cm de largo x 1,3 cm de ancho, elipsoide, coriácea, glabra, castaño-oscura. Semillas no vistas.

Hábitat: Paraguay y Brasil. Crece en campos arenosos y altiplanicies hasta de 1.000 m s.m. (Planchuelo 1998). En Argentina sólo se ha recolectado en Misiones.

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Misiones. Dpto. Capital: Posadas, ca. La Granja , II-1922 (fl), Molfino s.n. (BAF).

Observaciones: Cabe aclarar que el nombre Cerro Chöhe fue copiado textualmente del ejemplar isotipo de *C. paraguayensis*, y corresponde al Dpto. Paraguarí 25° 35' S 57° W y que Windler al citar el material tipo dice "Chore", localidad que está en el Dpto. San Pedro, 24° 15' S 57° 37'W.
El ejemplar estudiado, de Misiones, fue citado para Argentina como *C. paraguayensis* (Windler & Skinner 1982) y luego esta especie fue considerada sinónimo de *C. martiana* y no citada para Argentina (Planchuelo 1998).
Crotalaria paraguayensis está relacionada con *C. mohlenbrockii* Windler & S.G. Skinner, conocida por mucho tiempo como *C. foliosa* Benth., descripta para Brasil (Windler & Skinner 1982). Esta última especie fue subordinada a *C. martiana* subsp. *mohlenbrockii* (Windler & Skinner) Planchuelo (Planchuelo 1998).

4. *Crotalaria maypurensis* Kunth in Humboldt, Bonplant et Kunth, Nov. Gen. Sp. 6: 403. 1824. TIPO: Panamá. Río Maypures. Crescit in ripa

Orinoci, prope Maypures, sin fecha, Humboldt s.n. (Tipo P, no visto, Foto del tipo SI!). Fig. 4.

Crotalaria leptophylla Benth., Ann. Nat. Hist. 3. 430.1839. TIPO: Guyana. Savannahs of the Rupunoony, sin fecha, Schomburgk 788 (Tipo K, no visto).

Iconografía: Bernal (1986; 40, fig. 8).

Arbusto o sufrútice hasta de 1,50 m alt.; tallos estriados, pubescentes. Hojas trifolioladas; folíolos (2-)3,5-7 cm de largo x 0,5-2 cm de ancho, el apical de mayor tamaño, lanceolados, elípticos y cuneados, apiculados o mucronulados, superficie adaxial glabra, abaxial estrigosa, estípulas generalmente caducas. Inflorescencia terminal, brácteas y bractéolas en la mitad o tercio superior del pedicelo, caducas; pedicelos ca. 8 mm de largo. Flores ca. 1,6 cm de largo; cáliz ca. 1 cm de largo, con tubo ca. 0,3 cm de largo y lóbulos de 0,7 cm de largo, los superiores unidos en el ápice, de a pares, lóbulo inferior libre; estandarte subcircular ca. 1,6 cm de largo x 1,4 cm de ancho, lámina en la unión con la uña con callos transversales cercanos al nervio medio, por debajo de los mismos la pubescencia llega hasta el borde de la uña; alas ca. 1,7 cm de largo x 0,7 cm de ancho, rectangulares a obovadas; quilla rostrada, 1,6 cm de ancho en su parte media, borde superior densamente velloso, excepto en la uña; ovario estipitado, pubescente, estilo marcadamente incurvo con hilera pubescente interna y circunestigmática. Legumbre ca. 3,5 cm de largo x 1,3 cm de ancho, con estípite ca. 2,5 mm, coriácea, inflada, estrigosa. Semillas ca.18, ca. 4 mm diám, hilo en el fondo de una escotadura angosta y relativamente profunda.

Hábitat: Especie endémica de América, está presente en lugares abiertos y poco elevados de Centroamérica, Cuba y para Sudamérica se la citó para Colombia, Perú, Brasil y Paraguay (Bernal 1986). En Argentina habita en Corrientes, Jujuy y Salta, para donde se cita por primera vez.

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Corrientes. Dpto. Empedrado: El Sombrero, Barrancas del Río Paraná, 27-XI-1954, Carnevali 450 (CTES). Prov. Jujuy. Dpto. Manuel Belgrano: Termas de Reyes, 11-V-1947, Garolera Romero s.n. (CTES, LIL). Tiraxi, 25-III-1993 (fl), Deginani & Cialdella 200 (SI). Dpto. Cochinoca: Abra Pampa, 3.400 m s.m., playa del Río Grande, 18-II-1929 (fl, fr), Venturi 9374 (SI). Dpto. Ledesma: ca. arroyo Aguas Negras a 10 km al W de Calilegua, 17-II-1981 (fl, fr), Fabris 5295 (LP, SI). Prov. Salta. Dpto. Calderas: s. loc., 29-I-1947, O'Donell 4932 (CTES, LIL). Dpto. Rosario de Lerma: Campo Quijano, 1.200 m s.m., tierra colorada, 15-I-1929 (fl, fr), Venturi 8065 (SI, LP).

PARAGUAY. Alto Paraguay: Bco. Ramos, I-1976, Arenas 1381 (CTES); Pto. Casado, Bañados del Río Paraguay, I-1917 (fl, fr), Rojas 2966 (SI).

Observaciones: *Crotalaria maypurensis* es muy afín a *C. micans*, por ello resulta dificultoso diferen- ciarlas, salvo por el carácter de las brácteas en el ápice de la inflorescencia. Los caracteres citados por Bernal (1986) para diferenciarlas no se corresponden con los materiales observados. Estudios posteriores muestran que, tomando en consideración la distribución en toda su amplitud, ambas entidades posiblemente constituyan variaciones dentro de un solo taxón.

5. *Crotalaria micans* Link, Enum. Pl. Hort. Berol. Alt. 2: 228. 1822. TIPO: "Herb. Willd. America Meridionalis, Humboldt 2172"(Tipo B-Willd. 13272, no visto, foto del tipo SI!). Fig. 5.

C. anagyroides Kunth in Humboldt, Bonplant et Kunth, Nov. Gen. Sp. 6: 404. 1823. TIPO: Venezuela, prope Caracas, Humboldt 598 (Tipo P, no visto).

C. dombeyana DC., Prodr. 2: 132. 1825. TIPO: "In Peruvia", Dombey. s. loc., sin fecha, (Tipo P, no visto).

C. brachystachys Benth., Linnaea 22: 512. 1849. "Ad Caldas prov. Minas Gerães A. Regnell". LECTOTIPO: Brazil. Minas Gerães: Caldas, Regnell 76 (lectotipo designado por Windler, año 1980, K, no visto) Fig. 5.

Iconografía: Burkart (1952: 325, fig. 97); Burkart (1987: 639, fig. 298, sub *C. anagyroides* Kunth).

Arbusto de 0,60-3 m alto, con pubescencia amarillento-broncínea, notable en los órganos jóvenes. Hojas trifolioladas; folíolos 2-8 cm de largo x 1-2,7 cm de ancho, oblanceolados a elípticos con

base angostada, discolores, glabros en la superficie adaxial, estrigoso en la abaxial, estípulas, brácteas y bractéolas caducas. Racimos robustos, apicales, de 10-30 cm de largo; antes de la florescencia brácteas y bractéolas pubescentes, crespas. Pedúnculos de 3-5 cm de largo, flores amarillo-limón, de 1,5-2 cm de largo, cáliz persistente, ca. 1,2 cm de largo, lóbulos mayores que el tubo, los 4 superiores, unidos de a pares por sus ápices, el lóbulo inferior libre; estandarte con apéndices o callos, uña corta, carnosa, lanosa; alas rectangulares mayor que la quilla rostrada, ésta con borde superior y uña lanosa; ovario estipitado, estilo geniculado, pubescencia distal y circunsestigmática. Legumbre de 2-3 cm de largo x 1-1,5 cm de ancho; estípite de 6-7 mm de largo, oblonga, inflada, rostrada, pubescente. Semillas 0,4-0,5 cm diám., numerosas, castaño-oscuras, lustrosas, reniformes, seno hilar profundo. Cromosomas: 2n = 16 (Fernández 1977, bajo *C. anagyroides*).

Nombre vulgar: "cumandá-guirá" (poroto - árbol), Chaco, Schulz 155 (CTES).

Hábitat: México, América del Sur, tropical y subtropical e India occidental (Windler & Laughlin 1980). En Argentina en costas del Río Paraná, en suelo arenoso, áreas modificadas. También en Jujuy, Salta y Tucumán. Arbusto hidrófilo, puede crecer hasta 5 m en un año, provee buen forraje y buena sombra además de protección para los vientos (Polhill, 1982).

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Buenos Aires. Pdo. Tigre: Delta del Paraná, Las Rosas, 7-III-1935 (fl), Burkart 7020 (SI). Prov. Corrientes. Dpto. Capital: Isla. Meza, 10 km río arriba en el Paraná, XI-1936 (fl, fr), Rodrigo 869 (SI). Dpto. Bella Vista: 200 m del Puerto de Bella Vista, 22-VI-1969, Gómez-Sosa 124 (CTES). Dpto. Empedrado: cárcavas ca. Río Paraná, 24-I-1974, Quarín *et al.* 1977 (CTES). Dpto. Itatí: Costa del Río Paraná, 23-I-1972, Krapovickas et Cristóbal 20874 (CTES). Dpto. Ituzaingó: Costa Río Paraná, en médano, 24-XI-1993, Arbo *et al.* 6047 (CTES); Isla Apipé Grande, en desmonte, 8-XII-1973, Krapovickas *et al.* 23912 (CTES). Dpto. Gral. Paz: 1-I-1966, Krapovickas y Cristóbal 11833 (CTES). Dpto. San Cosme: Paso de la Patria, De Marco *et al.* 10.949 C. (CTES LIL). Dpto. Mburucuyá: 10/12-XI-1944 (fl), A.T. Hunziker 5896 (CORD, SI). Prov. Chaco. Dpto. San Fernando: Resistencia, Pto. Antequera, II-III-1931, Schulz 155 (CTES). Prov. Formosa. I-1918 (fl, fr), Joergensen 2134 (SI, BA). Prov. Entre Ríos. Dpto. La Paz: distrito Tacuaras, barrancas del Paraná, 5 km al N de la ciudad, 20-I-1960 (fl, fr), Burkart & Bacigalupo 21215 (SI). Dpto. Gualeguaychú: Delta del Paraná, Arroyo Brazo Largo, 26-III-1937 (fr), Burkart 8310 (SI). Prov. Jujuy. Dpto. Gral. Belgrano: Cuesta de Tiraxi, 1.500 m s.m., 17-III- 1982, Schinini & Vanni 22466 (CTES). Dpto. Humahuaca: Sa. de Zenta, 3.000 m s.m., orilla del arroyo, 7-III-1929 (fl, fr), Venturi 8323 (SI). Dpto. Ledesma: Calilegua, toma del arroyo del Medio, 9-II-1980 (fl, fr), Cabrera *et al.* 31318 (SI). Prov. Misiones. Dpto. Candelaria: Sta. Ana, orilla de montes, 20-III-1930 (fl, fr), Rodríguez 143 (SI); Dpto. Eldorado: Pto. Eldorado, orilla del río, 2-VII-1986, Ferrucci *et al.* 560 (CTES); Dpto. Iguazú: Pque. Nac. Iguazú, borde de selva, fl. amarillo claro, 19-XII-1991, Vanni *et al.* 2987 (CTES). Dpto. San Ignacio: costa del Río Paraná, 5-XI-1993, Krapovickas y Cristóbal 44640 (CTES). Dpto. San Pedro: ruta 17, 25 km al E de El Dorado, 29-I-1983 (fl, fr), Guaglianone *et al.* 1081 (SI). Prov. Salta. Dpto. Capital: Vaqueros, Balneario Castañares en el Río Vaqueros, 8 km N de Salta, 21-III-1977, Krapovickas & Schinini 30381 (CTES). Prov. Santa Fe. Dpto. Capital: Colastiné, frecuente, 9-XII-1984, Pensiero 1853 (CTES). Dpto. San Jerónimo: riacho Coronda, frente Pto. Gaboto, 1-III- 1949, Morello s.n. (CTES, SI 16911). Prov. Tucumán. Dpto. Monteros: s. loc. 29-I-1964, Cuezzo 4331 (CTES, LIL).

BOLIVIA. Dpto. La Paz : camino Coroico-San Pedro, 1.250 m s.m., 20-II-1956 (fl), De la Sota 670 (LIL, SI). Dpto. Sta. Cruz, Prov. Ñuflo de Chávez, Concepción, 29-IV-1977 (fl, fr), Krapovickas & Schinini 31964 (SI); Prov. Velazco, San Ignacio, 5-V-1977 (fl), Krapovickas & Schinini 32229 (SI); Monte de San Ignacio, Buenavista, 400 m s.m., 15-V-1916 (fl), Steinbach 2127 (SI).

BRASIL. Edo. Paraná. Obraje Lupión, 14-III-1949 (fl, fr), Schwarz 7477 (SI).

PARAGUAY. Sin loc., III-1931 (fl, fr), Joergensen 4617 (SI). Dpto. San Pedro: Río Jejui-Guazú, camino de San Estanislao a P.J. Caballero, 18-II-1968, Krapovickas *et al.* 13986 (CTES).

Usos: En Corrientes consideran al grano como buen alimento para aves, aumentando la postura. En Paraguay lo utilizan las mujeres para quitar manchas de la ropa (semillas machacadas), del ej. Schulz 155. En el ejemplar A.T. Hunziker 5896 se indica "Cultivado en jardín por sus propiedades medicinales".

6. *Crotalaria paulina* Schrank, Pl. Rar. Hort. Monac. t. 88, 1821; "Patria Brasilia, ubi D. De Martius ad urben S. Pauli semina legit.". TIPO: lámina antes citada por Schrank (fotocopia, SI!). Fig. 6.

Iconografía: Bernal (1986: 80, fig. 25).

Arbusto de 1-3 m alto, glauco; tallos glabros. Hojas 5-12 cm de largo x 2-4,8 cm de ancho, simples, elípticas a obovadas, cuneadas, acuminadas, superficie abaxial pubescente, adaxial glabra, pecíolo pubescente de 0,4-0,5 cm de largo; estípulas conspicuas, heteromorfas, recaulescentes, aliformes de bordes redondeados, decurrentes, glabras, paucicilioladas, otras pequeñas, o nulas. Racimo de 22-40 cm de largo, con flores amarillas o amarillo-oro, de 2-2,5 cm de largo, pedicelos ca. 1-1,3 cm de largo; brácteas y bractéolas glabriusculas a pubérulas, lanceolado-acuminadas, cortamente estipitadas; cáliz 1,5-2 cm de largo, bilabiado; estandarte obovado, superficie externa glabra, la interna con apéndices sobre la lámina y uña lanoso-pubescentes; alas casi iguales a la quilla de ca. 1,8 cm de largo x 0,9 cm de ancho con ápice suavemente incurvo y convoluto, borde superior de la lámina e inferior de la uña lanoso-pubescente; estilo geniculado con doble hilera pubescente en los 2/3 superiores y rodea al estigma en bisel. Legumbre 3,5-4,5 cm de largo x 0,7-1 cm de ancho, oblongo-claviforme, glabra, coriácea, negra, cortamente estipitada y apiculada, con el borde superior suavemente incurvo. Semillas ca. 40, ca. 3 mm de largo x 3,5 mm de ancho. Cromosomas: 2n = 32 (Cotias de Oliveira & Aguiar-Perecin 1999).

Hábitat: El protólogo dice que es nativa de Brasil y Schrank la describe de plantas cultivadas, de semillas provenientes de São Paulo, enviadas por Martius. Además se la ha citado para Colombia (Bernal 1986) donde se la cultiva en el Dpto. Antioquía y crece naturalmente en el Dpto. Chocó, entre los 1.500 a 1.800 m s.m. Los materiales estudiados amplían su distribución a Paraguay y NE de Argentina.

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Corrientes. Dpto. Ituzaingó: Centro Forestal Villa Olivari (FIPLASTO), 12-XII-1994 (fl, fr), Tressens *et al.* 5155 (CTES). Prov. Misiones. Dpto. Iguazú: Parque Nac. Iguazú, Isla San Martín, 4-III-1995 (fl), Zuloaga *et al.* 5258 (CTES, SI).

BRASIL. Edo. Paraná. 6 km N de Morretes, camino a Antonina, 20-I-1985 (fl), Ferrucci *et al.* 297 (CTES). Edo. São Paulo. Jardín Botánico, 15-II-1930 (fl), Hoehne 25194 (SI).

PARAGUAY. Dpto. Alto Paraná. Pto. Bertoni, 54° 35' W 25° 40' S, 250 m s.m., costa del Río Paraná, 31-III-1993 (fl), Schinini *et al.* 28284 (CTES).

Usos: Polhill (1982) cita para Africa, donde se introdujo en las estaciones experimentales de Etiopía, Kenya y Zimbawe como abono verde. Bernal (1986) la recomienda como posible ornamental para zonas tropicales y subtropicales. En Brasil se recomienda cultivarla en asociación con maíz (*Zea mays* L.) o mandioca (*Manihot esculenta* Crantz); también se aconseja cultivarla intercalándola con cultivos perennes (citrus, café, etc.). Tiene una elevada producción de biomasa y una eficiente cobertura del suelo (Calegari 1995).

7. *Crotalaria pilosa* Mill., Gard. Dict. ed. 8, Crotalaria 2. 1768; TIPO: "La Vera Cruz in New Spain" (Tipo BM, no visto). Fig. 7.

C. pterocaula Desv., J. Bot. Agric. 3: 76. 1814. TIPO: "Habitat in America calidore". Desvaux s.n. (Tipo P, no visto).

C. genistella Kunth in Humboldt, Bonplandt et Kunth, Nov. Gen. Sp. 6: 398. 1824. *C. pterocaula* var. *genistella* (Kunth) Benth., *in* Mart., Fl. Bras. 15: 20. 1859. TIPO: "Crescit locis siccis, in Andibus Popayanensium, inter La Sequia et Almaguer, propevillam San Miguel et in ripa fluminis Putes, alt. 807, item prope Mariquitam Novo Granatensium, alt. 400 hex." (Tipo P, no visto).

C. hexaptera Schrank, Syll. Pl. Nov. 2: 79. 1828. TIPO: "Brazil. Colitur in Caldario Martius". (Tipo no localizado).

C. pilosa Mill. var. *skutchii* Senn, Rhodora 41: 331.

1939. TIPO: Costa Rica: San José, El General, 730 m, Skutch 3071 (Tipo GH, no visto).

Iconografía: Windler (1974: 158, fig. 1), Bernal (1986: 70, fig. 21).

Hierba anual, de 0,4-0,8 (-1)m alt.; tallo único con entrenudos de 3-8 cm de largo x 0,15-0,4 cm de ancho; adpreso pubescente a glabrescente, pelos de 0,5-1,5 mm; estípulas conspicuas, decurrentes con ancho uniforme a lo largo de los entrenudos, aliformes, de 0,13-0,3 cm de largo, lóbulos de 1-9 mm de largo. Hojas simples de 3-6 cm de largo x 0,3-1 cm de ancho, subsésiles, elípticas, lanceoladas a lineales, adpreso pubescentes, pelos de 0,4-2 mm de largo. Inflorescencia terminal u opuesta a la hoja, pedúnculos 4-12 cm de largo, brácteas y bractéolas sésiles; pedicelos ca. 4 mm de largo. Flores 5-10, cáliz poco mayor que la corola, lóbulos 0,9 cm de largo, los superiores unidos hasta más de la mitad de su longitud, los 3 inferiores unidos en la base y el ápice, naviculares; estandarte ca. 0,8 cm de largo x 0,5 cm de ancho, elíptico, con apéndices laminares sobre el envés, uña ca.1 mm, lanosa pubescente, alas iguales a subiguales al estandarte, quilla mayor de 1 cm de largo x 0,4 cm de ancho, angular, ápice rostrado, convoluto, borde superior barbado; estilo geniculado. Vaina de 2,5 cm de largo x 3,5 cm de ancho, glabra.

Hábitat: Vive en Costa Rica, Jamaica, Paraná, Trinidad, Colombia, Brasil. En la Argentina: en Formosa y Chaco. Crece en pajonales, cerca de ríos y campos bajos, entre gramíneas.

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Chaco. Dpto. 1° de Mayo: Colonia Benítez, abundante, IV-1936 (fl), Schulz 1137 (SI). Dpto. Bermejo: Puente Guaycurú a Las Palmas, abundante, II-1941 (fl), Schulz 1137 a (SI). Prov. Formosa. Sin localidad, IV-1919, Jörgensen 3206 (BA- SI). Dpto. Pilagás: Laguna Inés, XII-1940, Rojas 9002 (SI).

Usos: En Colombia se registraron usos medicinales similares a *C. incana* (García Barriga 1975; Bernal 1986).

8. *Crotalaria pumila* Ortega, Nov. Pl. Descr. Dec. 2. 23. 1797. TIPO: Semillas enviadas por Casimiro Gómez Ortega al Hort. Bot. Matrit. (Tipo MA, no visto). Fig. 8.

C. lupulina Kunth in Humboldt Bonpland et Kunth, Nov. Gen. Sp. 6: 402. 1824. TIPO: "Crescit in monte ignivomo Jorullo, alt. 570 hex. (Regno Mexicano)". (Tipo P, no visto).

Iconografía: Kunth, *op.cit.* f. 590. 1824, sub *C. lupulina*.

Hierba generalmente anual, hasta de 0,40 m alt., ramosa. Tallos de 0,5-1,5 cm diám., estrigoso-glabrescente; estípulas filiformes, persistentes, ca. 2,5 mm de largo. Hojas trifolioladas con pecíolo menor que los folíolos, éstos brevemente peciolulados; folíolos 0,9-2,2 cm de largo x 0,3-0,5 cm de ancho, elípticos a lanceolados, angostamente cuneados, superficie adaxial glabra, abaxial piloso-broncínea, tricomas menores a 0,5 mm. Racimos opositifolios, pedúnculos de 1-2 cm de largo, brácteas triangular filiformes y bractéolas filiformes, ubicadas en el tercio superior del pedicelo, persistentes; flores ca. 0,7 cm de largo; cáliz ca. 3 mm de largo, lóbulos triangulares, libres; estandarte ca. 6 mm de largo x 5 mm de ancho, subcircular, de longitud subigual a las alas y menor que la quilla, superficie externa pilosa en el tercio superior del nervio medio, superficie interna con apéndices elípticos, oblicuos, vellosidad en la parte superior y bordes de la uña; alas 6,5 mm de largo x 2 mm de ancho, triangulares con ápice obtuso; quilla ca. 0,7 cm de largo x 0,3 cm de ancho, con ápice en ángulo recto, derecho, conspicuamente rostrado, espaciadamente barbado en porción basal de borde superior e inferior; estilo geniculado, pubérulo en el ápice y alrededor del estigma. Vaina ca. 0,7-1 cm de largo x 0,5 cm de ancho, ovoide a claviforme con apículo ca. 1 mm, espaciadamente pubescente, estípite de 0-0,05 mm. Semillas ca. 10. Cromosomas: 2n=32 (Fernández 1977; Palomino & Vázquez 1991).

Hábitat: "endémica de las faldas orientales de los Andes subtropicales, entre los 450 y 2.500 m s.m." (Burkart 1952). Vive en Bolivia, Perú y en Argentina en Catamarca, Jujuy, Salta y Tucumán.

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Catamarca. Dpto. Andalgalá: 2.500 m s.m., V-1915 (fl, fr), Joergensen 1430 (SI). Dpto. Ambato: 1.250 m s.m., 31-III-1995, Saravia Toledo 13243 (CTES). Dpto. Paclin: El Pero, ca. 30 km al N de La Merced, 22-V-1984 (fr), A.T. Hunziker & Subils 24717 (SI).

Prov. Jujuy. Dpto. Manuel Belgrano: alrededores de Jujuy, 8-V-1962 (fr), Cabrera *et al.* 14248 (SI); León, III-1929 (fr), Budin 30 (BA). Dpto. San Pedro: Barro Negro, ca. de San Pedro, 19-III-1979 (fl), Cabrera *et al.* 30257 (SI). Dpto. Tumbaya: Volcán al Sud, 12-II-1985 (fl), Kiesling *et al.* 5123 (SI). Dpto. Valle Grande: 2.800 m s.m., 29-II-1940 (fl, fr), Burkart & Troncoso 11548 (SI). Prov. Salta. Dpto. Caldera: Cuesta del Gallinato, 29-II-1972 (fl), Cabrera *et al.* 22570 (SI). Dpto. La Candelaria: Cumbre de Castillejo, 200 m s.m., I-1933 (fl), Schreiter 9229 (LIL, SI). Dpto. Rosario de Lerma: Río Toro, 17-II-1970, Abbiatti & Figueroa 3126 (CTES, LIL). Dpto. Santa. Victoria: alrededores Santa. Victoria, ca. 2.600 m s.m., 23-III-1982 (fr); Kiesling *et al.* 3969 (SI). Prov.Tucumán. Dpto. Capital: Río Salí, 450 m s.m., 21-III- 1922 (fl, fr), Venturi 1774 (SI, BA). Dpto. Burruyacú: 20-III- 1964, Legname & Cuezzo 4608 (CTES, LIL). Dpto. Leales: Herreras, 270 m s.m., 7-VI-1917 (fr), Monetti s.n. (LIL 46681, SI). Dpto. Tafí: San Pedro de Colalao, 1.100 m s.m.,10-IV-1914 (fr), Rodríguez 1451 (SI, BA). Dpto. Trancas: 25-II- 1962, Cuezzo & Legname 2164 (CTES, LIL); La Criolla, 9-III-1912 (fl, fr), Rodríguez 388 (BA).

BOLIVIA. Dpto.Cochabamba, Prov. Mizque, Chaguarani entre Vila Vila y Santa. Cruz., 2.700 m s.m., 31-III-1939 (fl, fr), Eyerdam 25084 (SI). Dpto. Tarija, Pcia. Mendez, Rincón de La Victoria, 2.500 m s.m., 26-II-1960 (fl), Meyer 20770 (LIL, SI).

PERU. Dpto. Ancash, Carhuaz: Yangar-Jangas, 2.650 m s.m., 24-V-1970 (fl, fr), Lopez M. *et al.* 7474 (HUT, SI). Dpto. Piura, Huancabamba: 1.200 m s.m., 20-IV-1986 (fl, fr) Llatas Quiroz 1862 (HUP, SI). Dpto. Lambayeque, Lambayeque: 300 m s.m., 9-V-1981 (fr); Llatas Quiroz 650 (HUP, SI). Dpto. Cajamarca, San Miguel de Pallaques: Casa Blanca, 1.300 m s.m., 11-V-1977 (fl, fr), Sagástegui 8773 (HUT, SI).

9. *Crotalaria sagittalis* L., Sp. Pl. 714. 1753. LECTOTIPO: "Habitat in Brasilia, Virginia", Kalm 2, herb. Linnaeus, LINN 895.2, designado por Windler,1974 (no visto). Fig. 9.

C. tuerckheimii Senn, Rhodora 41: 339. 1939. TIPO: Guatemala, Alta Verapaz, Coban, 1.350 m, Türckheim II 1282 (Tipo GH, no visto).

ICONOGRAFÍA: Bernal (1986: 75, fig. 23).

Hierba de 0,10-0,60 m alto. Tallo piloso. Hojas unifolioladas, 1,5-5 cm de largo x 0,4-1,5 cm de ancho, elípticas a lanceoladas, ápice obtuso, mucronado, acuminadas o agudas, subsésiles, superficie adaxial y abaxial pilosa, tricomas hasta de 2,8 mm de largo; estípulas sólo en los nudos superiores, decurrentes, generalmente menores que el entrenudo, sagitadas, ca. 0,3-1 cm en el extremo superior. Racimos de 1-4 flores; brácteas lanceoladas a elíptico-lanceoladas, 2,5-6 mm de largo, pilosas; pedicelos 2-3,5 mm de largo; bractéolas distanciadas de la base del cáliz, de longitud subigual a las brácteas. Flores de 1,1-1,6 cm de largo; cáliz 7-11 mm de largo con lóbulos lanceolados, los tres inferiores unidos por el ápice, estrigulosos; estandarte de 0,5-1,2 cm de largo x 0,4-0,5 cm de ancho, obovado, externamente piloso en el ápice del nervio central, cara interna con apéndices laminares, elípticos, de borde irregular y velloso-pubescente en la parte superior y bordes de la uña; alas elípticas ca. 0,5-0,9 cm; quilla ca. 1 cm de largo x 0,4 cm de ancho, triangular, apiculada de ápice convoluto, pilosa en parte basal del borde superior e inferior; estilo geniculado, laxamente espiralado, pilosidad en la mitad superior y circunsestigmática. Legumbre glabra, oblonga, de 1,5-2,5 cm de largo. Semillas reniformes de 0,3-0,5 cm diám.

HÁBITAT: desde NE de Estados Unidos de América, Centroamérica (El Salvador y Guatemala) y en América del Sur hasta Perú, y Bolivia. En Argentina en Jujuy. Crece en praderas subtropicales según el ejemplar Burkart & Troncoso, SI 11636.

MATERIAL ESTUDIADO: ARGENTINA. Prov. Jujuy. Dpto. Santa Ana, Santa Ana, cerros ca. 2.800 m s.m., 29-II-1940 (fl, fr), Burkart & Troncoso s.n. (SI 11636).

BOLIVIA. Dpto. Santa Cruz. Prov. Florida, 1.600 m s.m., 30-I-1958 (fl, fr), Krapovickas 9023 (SI).

10. *Crotalaria spectabilis* Roth, Nov. Pl. Sp .341. 1821. TIPO: India, Heyne s.n. (Tipo no visto). Fig. 10.

C. sericea Retz., Observ. Bot. 5: 26. 1788, non Burm. f. 1768. *C. retzii* A.S. Hitchc., Annual Rep. Missouri Bot. Gard. 4: 74. 1893. TIPO: India, Koenig s.n. (Tipo LD, no visto).

Iconografía: Bernal (1986: 94, fig. 31).

Hierba o sufrútice ca. 1,70 m alto, tallo anguloso, glabro. Hojas simples (4,5-) 6-12 cm de largo x 1-6 cm de ancho, elíptico-cuneadas, mucronadas, superficie adaxial glabra, abaxial estrigoso-pubescente, pecíolo 0,4-0,6 cm de largo; estípulas anchamente triangulares, decurrentes, ca. 0,5 cm de largo. Racimos laxos de (16-) 25-60 cm de largo, con 20-30 flores; brácteas ovado-cordadas, 0,5-1 (-1,2) cm de largo x 0,5-0,7 cm de ancho, acuminadas, glabras, bractéolas ca. 1 mm, en la mitad o tercio inferior del pedicelo. Flores amarillo oro, ca. 2 cm de largo, pedicelo ca. 1,7 cm; cáliz glabro, tubo ca. 0,6 cm, lóbulos libres, anchamente triangulares, los superiores ca. 0,8 cm de largo x 0,6 cm de ancho; estandarte anchamente ovado a subcircular ca. 2 cm de largo x 2,2 cm de ancho, externamente glabro, internamente con apéndices laminares horizontales, cupuliformes, breve uña pubescente en superficie interna y bordes; alas ca.1,9 cm de largo x 1 cm de ancho, oblongas a obovadas con bordes incurvos y uña de 4 mm con bordes pubescentes; quilla redondeada hacia la mitad ca. 0,6 cm de ancho, incurva con ápice convoluto, vellosa en el borde de la uña y mitad del borde inferior; ovario glabro, estilo incurvo con doble hilera pubescente. Legumbre oblonga a claviforme, ca. 3,5 cm de largo x 1,5 cm de ancho, cortamente estipitada, coriácea, inflada, negruzca, glabra. Semilla ca. 4 mm de largo. Cromosomas: 2n=16 (Palomino & Vázquez 1991; Cotias de Oliveira & Aguiar-Perecin 1999).

Hábitat: Nativa de la India y naturalizada en el Viejo y Nuevo Mundo donde fue introducida como abono verde. En América se la cita para Panamá, Costa Rica (cultivada, com. pers.), Colombia y Perú. En Argentina está naturalizada en Misiones, en borde de caminos (Rodríguez 514). En Chaco y Corrientes se ha introducido como cultivo experimental en INTA, Schulz 16533 (CTES) y se la encontró naturalizada en terrenos modificados, y en viejos cultivos, asilvestrada (Schulz 19072).

Material estudiado: ARGENTINA. Pcia. Corrientes. Dpto. Empedrado: El Sombrerito, INTA, 15-IV-1966 (fr), Schulz 15371 (CTES). Pcia. Chaco. Dpto. 1° de Mayo: Col. Benítez, INTA, III-1969, Schulz 16533 (CTES); 28-II-1979, Schulz 19072 (CTES). Pcia. Misiones. Dpto. Candelaria: Loreto, 14-II-1980, Schinini 19848 (CTES), Dpto. Eldorado: Eldorado, 11-II-1993 (fl,fr), Rodríguez *et al.* 514 (CTES).

Observaciones: En Africa y Madagascar está naturalizada pero por ser notablemente tóxica, actualmente no se recomienda su cultivo (Polhill, 1982).

11. *Crotalaria stipularia* Desv., J. Bot. Agric. 3: 76. 1814. TIPO: "Habitat in Cajennà". s. col. o col. desconocido, sin fecha (Tipo P, no visto). Fig. 11.

Crotalaria espadilla Kunth in Humboldt, Bonplandt et Kunth, Nov. Gen. Sp. 6: 399. 1824. TIPO: "Crescit prope Caripe, locis humidis; et prope Carichanam, locis arenosis, alt. 30-400 hex.", H.B.K. 1025 (Tipo P, no visto. Colec. H.B.K. microfilm SI!).

C. stipularia var. *espadilla* (Kunth) Kuntze, Revis. Gen. Pl. 1: 175. 1891.

C. stipularia var. *serpyllifolia* DC., Prodr. 2: 124. 1825. TIPO: "Patria ign." Lambert s.n., 1816. (Tipo G-DC, colec. microfilm SI!).

C. stipularia var. *oblongata* Griseb., Fl. Brit. W. I. 178. 1864. TIPO: "Guadeloupe"(Tipo, K?, GOET? no visto).

C. stipularia var. *sericea* Griseb., Fl. Brit. W. I. 178. 1864. "Dominica" (Tipo K?, GOET? no visto).

C. stipularia var. *longepedunculata* f. *elliptica* Chodat & Hassl., Bull. Herb. Boissier , ser. 2, 4: 835. 1904. TIPO: Paraguay. Arroyo Primero Apa, Nov., Hassler 7838 (Tipo G, no visto).

Iconografía: Windler (1974: 179, fig. 5).

Hierba anual, tallo de 0,1-0,6 m alto por 1,2-5 mm diámetro, entrenudos 3-8 cm de largo, pubescencia generalmente villosa, tricomas de 0,5-3 mm, estípulas decurrentes angostándose a lo largo del entrenudo, de 1-1,5 cm en la parte superior, con lóbulos generalmente incurvos. Hojas ovales, oblongas, elípticas, o lanceoladas, simples, de 2,5-4 cm de largo por 1-1,5 cm de ancho, base redondeada o aguda, ápice retuso, redondeado, o acuminado, pubescencia adpresa o laxamente villosa con tricomas de (0,5-) 1-1,5 mm de largo, pecíolo de 0,5-1 mm de

largo. Inflorescencia con pedúnculos de 4-6 cm de largo; brácteas y bractéolas linear-lanceoladas, pecioladas; flores ca. 0,8 cm de largo; cáliz con los lóbulos inferiores unidos hasta más de la mitad, con lóbulos ca. 3 mm de largo, los superiores unidos también por los ápices formando ojales entre dichos lóbulos, ca. 7 mm de largo, estandarte ca. 6 mm de largo por 5 mm de ancho, obovado, igual a un poco menor que el cáliz, apéndices aliformes, irregularmente crenulados, uña pubescente; alas espatuladas iguales al estandarte y menores que la quilla, ésta triangular, de 6,5 mm de largo y ca. 3,5 mm de ancho en su parte más ancha, borde superior, lanoso pubescente, apiculada, con ápice convoluto; estilo geniculado y laxamente espiralado con una línea pubescente. Vaina de 2,5-3,5 cm de largo, de contorno oblongo-obovado, glabra. Semillas 17-41. Cromosomas: 2n=32 (Fernández 1977; Cotias de Oliveira & Aguiar-Perecin 1999).

HÁBITAT: Nativa de América vive en Rep. Dominicana, Guadalupe, Haití, Martinica, Puerto Rico, Trinidad y Tobago, Bolivia, Paraguay y Brasil. En Argentina crece en Misiones, Formosa, Corrientes, Chaco, Salta y Tucumán. Frecuente en suelos arenosos, pastizales de lomas, laderas de cerros y orillas de montes. Introducida en India occidental y en Ghana.

MATERIAL ESTUDIADO: ARGENTINA. Prov. Corrientes. Dpto. Concepción: Tabay, 1-XI-1965 (fl), Krapovickas & Cristóbal 11654 (SI). Dpto. Esquina: 24-XI-1968, Vallejos 1234 (CTES). Dto. Goya: 17-IV-1969, Carnevali 1395 (CTES). Dpto. Itatí: 17-II-1983, Carnevali 6044 (CTES). Dpto. Ituzaingó: I-IX-1979, Arbo *et al.* 2370 (CTES); Ea. Puerto Valle, 24-XI-1962 (fl, fr), Partridge s.n. (BA 61846). Dpto. Mburucuyá, Ea. Santa. Teresa, 18-VII-1949, Pedersen 387 (LP). Dpto. San Cosme: San Cosme, 25-II-1983, Carnevali 6035 bis (CTES). Dpto. San Miguel: 2-X-1978, Schinini & Vanni 15659 (CTES). Dpto. Santo Tomé: "en pastizal, sobre loma", 21-I-1981, Carnevali 4615 (CTES). Prov. Chaco. Dpto. 1° de Mayo: Colonia Benítez, VI-1934, Schulz 1138 (SI). Dpto. San Fernando: Resistencia: marzo, s. año (fl), Meyer 422 (SI); Fontana: I-1925 (fl), Meyer 606 (SI). Prov. Formosa. "En chacras", III.1918 (fl, fr) Joergensen 2960 (BA). Prov. Misiones. S. loc., año 1931 (fl), Grüner 801 (SI). Dpto. Candelaria: 21-III-1997, Tressens *et al.* 5729 (CTES); Loreto, 17-II-1951, Montes 11240 (LP). Dpto. Capital: Arroyo Itaembé, Ruta 12, 17-I-1960 (fl), Krapovickas & Cristóbal 12110 (SI, CTES). Dpto. Iguazú: 7-XI-1949, Schwindt 2386 (CTES, LIL). Prov. Salta. Dpto. Caldera: Vaqueros, 21-III-1977, Krapovickas & Schinini 30372 (CTES). Prov. Tucumán. Dpto. Chicligasta, Concepción, 450 m, a orillas del río Gastona, 27-IV-1922 (fl, fr), Venturi 1819 (SI).

BOLIVIA. Dpto. Santa Cruz, Dolores, Cantón Buenavista, 6-IV-1916 (fl, fr), Steinbach 1890 (SI); 2-VII-1924 (fl, fr), Steinbach 6230 (BA).

PARAGUAY. Dpto. Central. Caacupé, 11-IV-1950 (fl, fr), Burkart 18340 (SI). Parque botánico, praderas, IV-1937 (fl, fr), Rojas 7554 (SI).

12. ***Crotalaria tweediana*** Benth., London J. Bot. 2: 482. 1843. TIPO: "Porto Alegre, Tweedie" (Tipo K, no visto). Fig. 12.

Hierba anual, (12-) 16-30 (-40) cm alto. Tallos decumbentes, estriados, ca. 0,3 cm diámetro, broncíneo-vellosos, tricomas ca. 2 mm de largo. Hojas simples, de 3-4 (5-) cm de largo x 1,2-1,8 cm de ancho, elípticas a ovadas, velloso-pubescentes, pecíolo 1-1,5 mm de largo; estípulas nulas. Racimo apical, pedúnculo de 5,5-8 cm de largo, (3-) 7-11 flores; brácteas ca. 5 mm de largo, linear-lanceoladas, pubescentes; bractéolas ca. 3 mm de largo, linear-lanceoladas, en la base del cáliz y menores que el tubo del mismo. Flores 1,5-1,8 cm, pedicelo de 4-5 mm de largo; cáliz subigual a la corola, bilabiado, tubo menor que los lóbulos, los tres lóbulos inferiores ca. 1,6 cm, unidos o sólo parcialmente unidos en el ápice; los dos superiores unidos, generalmente hasta más de la mitad de su longitud; estandarte ca. 1,7 cm circular, nervio medio externo pubescente, sobre superficie interna con apéndices transversalmente elípticos, uña con borde lanoso-pubescente; alas ca. 1 cm de largo x 0,5 cm de ancho, obovadas con bordes ondulados, menores que el estandarte y la quilla, ésta ca. 1,35 x 0,8 cm, triangular apiculada, ápice convoluto; estilo geniculado, laxamente espiralado con una línea pubescente, ápice ensanchado y pubescente. Legumbre de 2,6-3,5 cm de largo x 0,8-1 cm de ancho, elipsoide a claviforme, brevemente apiculada, coriácea, glabra, negruzca. Semillas de 2,5-3,5 mm de ancho, hilo descubierto.

Hábitat: Es nueva cita para Argentina donde crece en estepa graminosa, generalmente en campos de suelo laterítico en Misiones y Corrientes. En palmar alterado de *Butia yatai* (Mart.) Becc. (en el ejemplar Schinini 18967).

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Corrientes. Dpto. Alvear: Estancia La Choza, I-1945 (fl), Meyer s.n. (SI 27444 y 27445). Dpto. Berón de Astrada: Ruta Nac. 12, 21 km W de Itá Ibaté, 29-XI-1970 (fl, fr), Krapovickas & Cristóbal 16523 (CTES). Dpto. Concepción: 11 km de Santa. Rosa, 16-XII-1977 (fl), Tressens *et al.* 1004 (CTES). Dpto. Goya: Buena Vista, 21 km S de Goya, ruta 12, 22-XI-1979 (fl), Schinini *et al.* 18967 (CTES). Dpto. Ituzaingó: Laguna Iberá, I-1927 (fl), R. A. Spegazzini 10029 (SI); Ea. Puerto Valle, 6-XII-1962 (fl), Portridge s.n. (BA 61.040). Dpto. Mburucuyá: Ea. Santa. Teresa, 14-XI-1949, Schwarz 8711 (CTES, LILL). Dpto. Saladas: 2 km al S de Rincón de Ambrosio, 25-XI-1980 (fl), Cáceres 82 (CTES). Dpto. San Cosme: Paso de la Patria, 30-X-1936 (fl), Meyer 2128 (BA). Dpto. San Miguel: Loreto, 27-IX-1973 (fl), Mroginski 1 (CTES). Dpto. Santo Tomé: Ruta 40, 14 km S de Santo Tomé, 20-XI-1973 (fl, fr), Lourteig *et al.* 2902 (CTES). Pcia. Misiones. Dpto. Candelaria: Loreto, 220 m s.m., habita lugar alto, muy escasa, 2-X-1945 (fl), Montes 1374 (SI). Dpto. San Ignacio: San Ignacio, año 1931 (fl), Grüner s.n. (SI 15520). Dpto. San Javier: Balneario 4 Bocas, 11 km NE de San Javier, 24-I-1976, Krapovickas & Cristóbal 28865 (CTES).

URUGUAY. Rivera. s. loc., 19-XI-1951 (fl), Rosengurt B-6198 (SI).

Observaciones: Izaguirre & Beyhaut (1999) citan *C. tweediana* para Brasil, Uruguay y la Argentina, pero no incluyen material de referencia de la Argentina.

ESPECIES EXCLUIDAS

Crotalaria nitens Kunth, Nov. Gen. Sp. 6: 399. 1824. "Crescit prope Mariquita et Honda, alt. 160-400 hex, (Nova Granata)". Fue descripta para Colombia. Según Bentham (1859) habita en América meridional desde México a Perú y Brasil meridional. Macbride (1943) la cita para Perú, Paraguay y Bolivia. Niederlein (1890) cita los ejemplares 322, 1129 y 1131, sin especificar país de origen, y hasta el presente no han podido ser localizados. Rojas Acosta (1905) cita la especie para Corrientes, sin indicar el material estudiado ni el herbario o institución donde los ejemplares fueron depositados. Molfino (1925) publica como *C. nitens* un ejemplar de Misiones, San Javier, que tampoco fue localizado. Windler (1974) la cita para Guatemala, México, Colombia y, agrega, que está ampliamente difundida en América del Sur.

Crotalaria pallida Aiton, Hort. Kew. 3: 20.1789, es una especie pantropical cuya distribución natural se ve alterada por su amplio cultivo y posterior naturalización (Polhill 1982). En nuestro país fue incluida en la Flora de Entre Ríos (Burkart 1987) sin citar ejemplares de herbario. El estudio de esta especie permitió el hallazgo únicamente de dos ejemplares: Buenos Aires, Pdo. Castelar, campo de cultivo experimental del Ing. E. C. Clos, 31-III-1950, Burkart 18482 (SI) y Corrientes, en el campo de la Fac. de Agronomía y Veterinaria, 15-IV-1944, A. T. Hunziker 5335 (SI). Consecuentemente no se ha podido verificar fehacientemente que la especie se halle naturalizada en nuestro país.

Crotalaria polysperma Kotschy ex Schweinf., Reliq. Kotschy 18, t. 14. 1868. Es una especie africana descripta con estandarte azul, externamente pubescente (Polhill 1982). Moldenke (1946) la cita para Salta y Tucumán basándose en dos ejemplares cuyos datos transcribe, anotando "corolla yellow" y "yellow flowers". Este hecho denotaría que estos ejemplares no corresponden a esta identificación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Nélida Bacigalupo, Zulma Rúgolo y Fernando Zuloaga, las oportunas observaciones que enriquecieron este trabajo; como así también a Rupert Barneby la revisión del mismo. A Lourdes Rico y a Mauricio Velardes por el envío de descripciones originales, fotos y datos de los herbarios de Kew y de Madrid, respectivamente. También a los curadores de los herbarios consultados por su amable atención y a Vladimiro Dudás por la confección de las láminas.

BIBLIOGRAFIA

Bentham, G. 1859. *Leguminosae*. En: F.P. von Martyius, A.G. Eichler & I. Urban (eds.). Fl. Bras. 15 (1):

18-32. Lipsiae Apud Fridr. Fleischer in Comm.
_____1865. Tribu *Genisteae*. En: G. Bentham & J.D. Hooker, Gen. Pl. 1(2): 441. London.
Bernal M., H. 1986. *Crotalaria*. En: P. Pinto & P. Ruiz (eds.). Flora de Colombia 4: 1-118. Bogotá, Colombia.
Bisby, F.A. 1981. *Genisteae*. En: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). Advances in Legume Systematics 2 (1): 409-425. Royal Botanical Gardens, Kew.
Burkart, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. 2a. ed. Buenos Aires. xv, 570 pp., 23 lám.
_____1987. *Crotalaria*. En: N. Troncoso y N.M. Bacigalupo (eds.). Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte III. Dicotiledóneas Arquiclamídeas. A: Salicales a Rosales (incluso Leguminosae). Buenos Aires 763 pp.
Calegari, A. 1995. Leguminosas para Adubação Verde de Verão no Paraná. IAPAR, Inst. Agronômico do Paraná. Londrina-Paraná-Brasil.
Cotias de Oliveira, A.L.P. & L.R. de Aguiar-Perecin. 1999. Karyotype Evolution in the genus *Crotalaria* (Leguminosae). Cytologia 64: 165-174.
Fawcett, W. & A.B. Rendle. 1920. *Crotalaria* L. *In*: W. Fawcett & A.B. W. Rendle (eds.). Fl. of Jamaica. 4 (2): 7-12. W. Clowes and Sons, London.
Fernández, A. 1977. Números cromosómicos en Angiospermas. Hickenia 1: 84-86.
García Barriga, H. 1975. Flora Medicinal de Colombia 1: 480-483. Imprenta Nac. de Bogotá.
Hooker, W.J. & G.A. Arnott. 1832. *Crotalaria*, Bot. Misc. 3: 177-178. John Murray, London.
Hutchinson, G. J. 1964. The Genera of Flowering Plants (Angiospermae), Dicotyledons, Crotalarieae: 364-366. Oxford Clarendon Press. Oxford.
Izaguirre, P. & R. Beyhaut. 1999. Las leguminosas en Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
Kinghorn, A.D. & S.J. Smolenski. 1981. Alkaloids of Papilionoideae. *In:* R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). Advances in Legume Systematics: 585-598. Royal Botanic Gardens, Kew.
Macbride, J.F. 1943. Flora of Peru, Leguminosae. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13 (3, 1): 1-507.
Mears, E.H.F. & T.J. Mabry. 1971. Alkaloids in the Leguminosae. *In*: J.B. Harborne, D. Boulter & B.L. Turner (eds.). Chemotaxonomy of the Leguminoae: 73-178. Academic Press, London & New York.
Micheli, M. 1883. Contribution a la Flore du Paraguay. Mém. Soc. Phys. Genéve 28: 2-10.
Moldenke, H.N. 1946. Contribution to the flora of extratropical South America. Lilloa 12:124.
Molfino, J.F. 1925. Notas Botánicas IV. Physis (Buenos Aires) 8:219.
Neal, W., L. Rusoff & C. Ahmann. 1935. The isolation and some properties of an alkaloid from *Crotalaria spectabilis* Roth. J. Amer. Chem. Soc. 57: 2560-2561.
Niederlein, G. 1890. Resultados botánicos de exploraciones hechas en Misiones, Corrientes y países limítrofes desde 1883 hasta 1888. Bol. Mens. Mus. Prod. Argent. 31: 272-347.
Palomino, G. & R. Vázquez, 1991. Cytogenetic studies in Mexican populations of species of *Crotalaria* L. (Leguminosae-Papilionoideae). Cytologia 56: 343-351.
Planchuelo, A.M. 1998. Nota sobre el grupo *Crotalaria martiana* Benth. (Leguminosae-Crotalarieae). En: L. Ramella & P. Perret (eds.). Notulae ad Floram paraquaiensem 68-71. Candollea 53:462-465.
_____1999. *Crotalaria* L. En: F. Zuloaga & O. Morrone (eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden 74 : 668-669.
Polhill, R.M. 1971. *In*: J.B. Gillet, R.M. Polhill & B. Verdcourt (eds.). Flora of Tropical East Africa, Leguminosae (Part 4) subfamily Papilionoideae: 817-994. Crown Agents, London.
_____1976. *Genisteae* (Adams) Benth. and Related Tribes (Leguminosae). *In*: V. H. Heywood (ed.). Botanical Systematics 1: 143-368. Academic Press, London.
_____1981. *Crotalarieae*. *In*: R. M. Polhill & P.H. Raven (eds.) Advances in Legume Systematics 2(1): 399-407. Roy. Bot. Gard. Kew, England.
_____1982. *Crotalaria*. *In:* Africa and Madagascar. Ed. Balkema, Rotterdam.
_____1994. Classification of the Leguminosae. *In*: F. A. Bisby, J. Buckingham & J.B. Harborne (eds.). Phytochemical Dictionary of the Leguminosae 1: 35-54. Chapman & Hall, London.
Rojas Acosta, N. 1905. Sertum argentinum. (Enumeratio plantarum). Bull. Acad. Int. Géogr. Bot. 14: 82.
Tropical Legumes. 1979. National Academy of Sciences. Tropical Legumes, Resources of the future. Washington D.C. 328 pp.
Windler, D.R. 1974. A systematic treatment of the native unifoliolate *Crotalaria* of North America (Leguminosae). Rhodora 76: 151-204.
_____& L. Mc Laughlin. 1980. *Crotalaria*. *In*: R.E. Woodson Jr. & R.W. Schery (eds.). Flora of Panamá. Ann. Missouri Bot. Gard. 67(3): 599-613.
_____& S.G. Skinner. 1982. The taxonomy and nomenclature of *Crotalaria foliosa* (Leguminosae) and related species. Brittonia 34: 340-345.

INDICE DE NOMBRES CIENTIFICOS

Crotalaria anagyroides 72
Crotalaria balansae 69
Crotalaria brachystachys 72
Crotalaria dombeyana 72
Crotalaria espadilla 74
Crotalaria genistella 74
Crotalaria glabrescens 69
Crotalaria hexaptera 74

Crotalaria incana 69
Crotalaria incana var. *australis* 69
Crotalaria leptophylla 72
Crotalaria lupulina 75
Crotalaria martiana 71
Crotalaria maypurensis 71
Crotalaria megapotamica 70
Crotalaria micans 72
Crotalaria paraguayensis 71
Crotalaria paulina 74
Crotalaria picensis 70
Crotalaria pilosa 74
Crotalaria pilosa var. *skutchii* 74
Crotalaria pterocaula 74
Crotalaria pterocaula var. *genistella* 74
Crotalaria pumila 75
Crotalaria purpurascens 69
Crotalaria retzii 76
Crotalaria sagittalis 76
Crotalaria sericea 76
Crotalaria spectabilis 76
Crotalaria stipularia 77
Crotalaria stipularia var. *serpyllifolia* 77
Crotalaria stipularia var. *espadilla* 77
Crotalaria stipularia var. *oblongata* 77
Crotalaria stipularia var. *sericea* 77
Crotalaria stipulata var. *longepedunculata* f. *elliptica* 77
Crotalaria tuerckheimii 76
Crotalaria tweediana 78

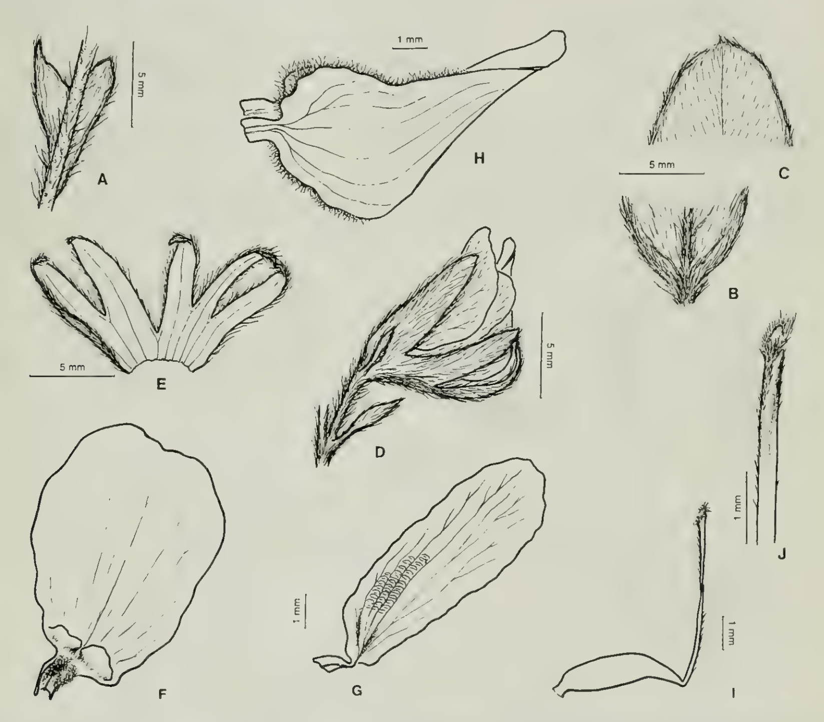


Fig. 1. *Crotalaria balansae*. **A:** estípula. **B:** base de hoja, superficie abaxial. **C:** ápice de la hoja, superficie adaxial. **D:** flor con brácteas y bractéolas pecioladas. **E:** cáliz, superficie interna. **F:** estandarte. **G:** ala. **H:** quilla. **I:** gineceo. **J:** ápice del estilo. A-C, s. leg. 200 (SI). D-I: [Rojas 6632 (SI)].

Fig. 1. *Crotalaria balansae*. **A:** stipule. **B:** leaf base, abaxial surface. **C:** leaf apex, adaxial surface. **D:** flower with bracts and petiolate bracteoles. **E:** calyx, inner surface. **F:** standard. **G:** wing. **H:** keel. **I:** gynoecium. **J:** style apex.

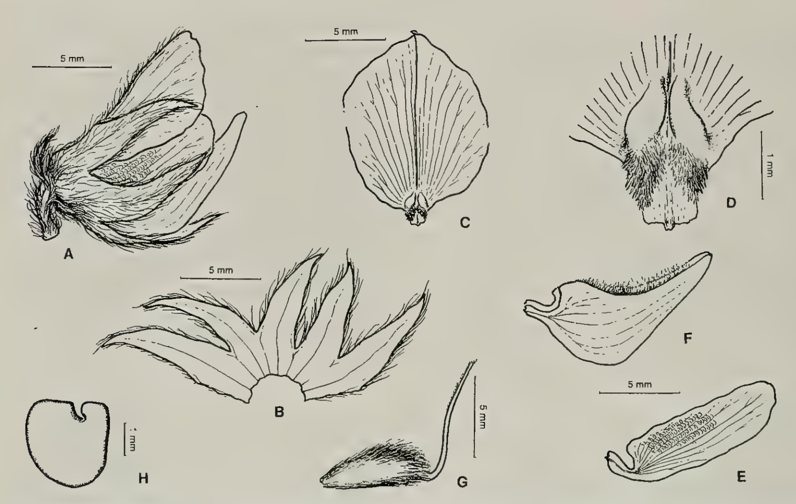


FIG. 2. *Crotalaria incana*. **A:** flor. **B:** cáliz, superficie interna. **C:** estandarte. **D:** base del estandarte, apéndices y uña. **E:** ala. **F:** quilla. **G:** gineceo. **H:** semilla. [Cabrera 34482 (SI)].

FIG. 2. *Crotalaria incana*. **A:** flower. **B:** calyx, inner surface. **C:** standard. **D:** standard base, apices and claw. **E:** wing. **F:** keel. **G:** gynoecium. **H:** seed.

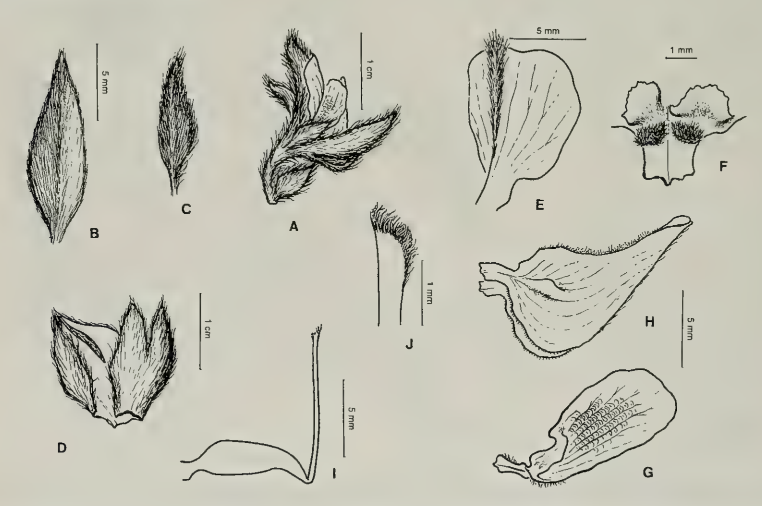


FIG. 3. *Crotalaria martiana*. **A:** flor. **B:** bráctea. **C:** bractéola. **D:** cáliz. **E:** estandarte. **F:** base del estandarte, apéndices y uña. **G:** ala. **H:** quilla. **I:** gineceo. **J:** ápice del estilo. [Fiebrig 225 (BAF)].

FIG. 3. *Crotalaria martiana*. **A:** flower. **B:** bract. **C:** bracteole. **D:** calyx. **E:** standard. **F:** standard base, apendices and claw. **G:** wing. **H:** keel. **I:** gynoecium. **J:** style apex.



FIG. 4. *Crotalaria maypurensis*. **A:** inflorescencia joven, con brácteas y bractéolas rectas o sinuosas. **B:** flor. **C:** cáliz, superficie interna. **D:** estandarte. **E:** base del estandarte, apéndices y uña. **F:** ala. **G:** quilla. **H:** gineceo. **I:** ápice del estilo. [A, Venturi 8065 (SI); B-I, Cabrera 22132 (SI)].

FIG. 4. *Crotalaria maypurensis*. **A:** immature inflorescence, with straight or sinuous bracts. **B:** flower. **C:** calyx, inner surface. **D:** standard. **E:** standard base, apendices and claw. **F:** wing. **G:** keel. **H:** gynoecium. **I:** style apex.

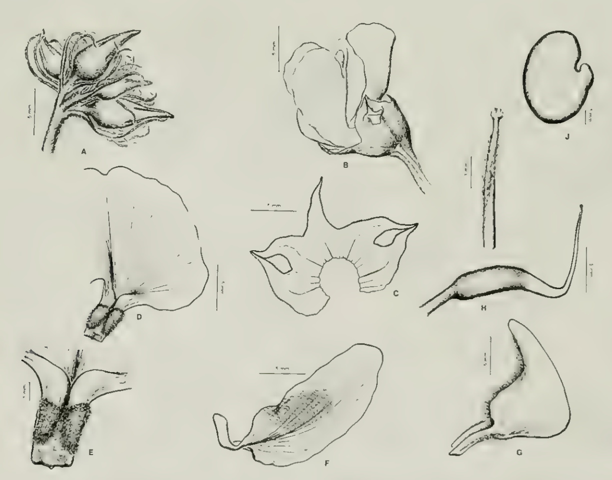


FIG. 5. *Crotalaria micans*. **A:** inflorescencia joven, con brácteas y bractéolas crespas o incurvas. **B:** flor. **C:** cáliz, superficie interna, **D:** estandarte. **E:** base del estandarte, apéndices y uña. **F:** ala. **G:** quilla. **H:** gineceo. **I:** ápice del estilo. **J:** semilla. [A, Cabrera 31318. B-I: Burkart 7020 (SI); J, Burkart 8310 (SI)].

FIG. 5. *Crotalaria micans*. **A:** immature inflorescence, with bracts and incurvate bracteoles. **B:** flower. **C:** calyx, inner surface. **D:** standard. **E:** standard base, apendices and claw. **F:** wing. **G:** keel. **H:** gynoecium. **I:** style apex. **J:** seed.

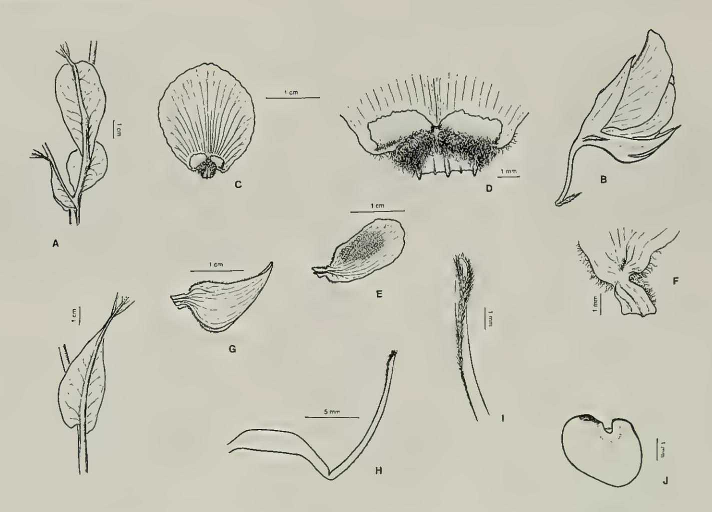


FIG. 6. *Crotalaria paulina*. **A:** estípulas. **B:** flor. **C:** estandarte. **D:** base del estandarte, apéndices y uña. **E:** ala. **F:** base del ala, superficie interna. **G:** quilla. **H:** gineceo. **I:** ápice del estilo. **J:** semilla. [Schinini 28284 (CTES)].

FIG. 6. *Crotalaria paulina*. **A:** stipules. **B:** flower. **C:** standard. **D:** standard base, apendice and claw. **E:** wing. **F:** wing base, inner surface. **G:** keel. **H:** gynoecium. **I:** style apex. **J:** seed.

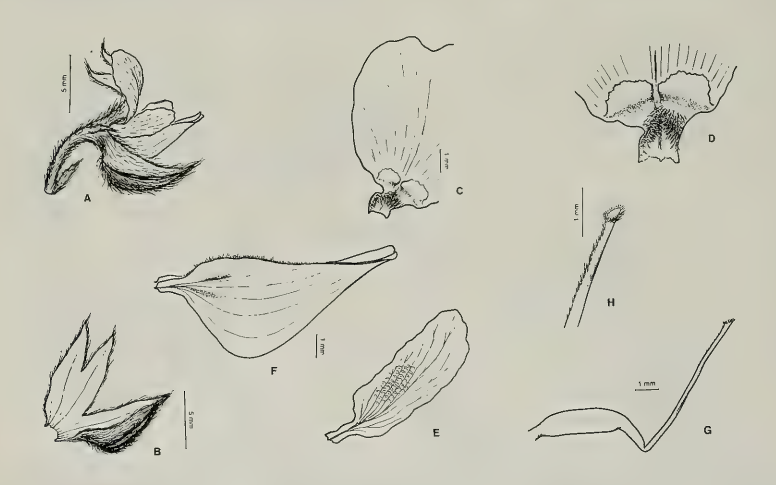


FIG. 7. *Crotalaria pilosa*. **A:** flor. **B:** cáliz. **C:** estandarte. **D:** base del estandarte, apéndices y uña. **E:** ala. **F:** quilla. **G:** gineceo. **H:** ápice del estilo. [Schulz 1137 a (SI)].

FIG. 7. *Crotalaria pilosa*. **A:** flower. **B:** calyx. **C:** standard. **D:** standard base, apendice and claw. **E:** wing. **F:** keel. **G:** gynoecium. **H:** style apex.

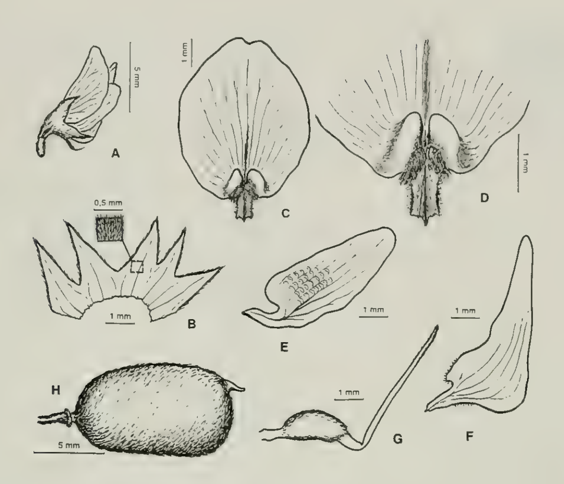


Fig. 8. *Crotalaria pumila*. **A:** flor. **B:** cáliz, superficie externa. **C:** estandarte. **D:** base del estandarte, apéndices y uña. **E:** ala. **F:** quilla. **G:** gineceo. **H:** fruto. [Burkart & Troncoso 11548 (SI)].

Fig. 8. *Crotalaria pumila*. **A:** flower. **B:** calyx, outer surface. **C:** standard. **D:** standard base, apendice and claw. **E:** wing. **F:** keel. **G:** gynoecium. **H:** fruit.

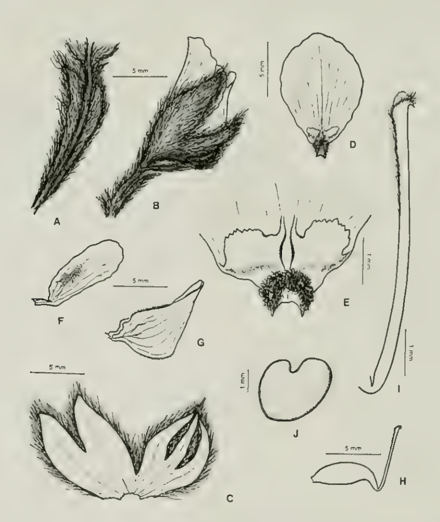


Fig. 9. *Crotalaria sagittalis*. **A:** estípulas. **B:** flor con bráctea y bractéola. **C:** cáliz. **D:** estandarte. **E:** base del estandarte, apéndices y uña. **F:** ala. **G:** quilla. **H:** gineceo. **I:** ápice del estilo. **J:** semilla. [Burkart & Troncoso 11636 (SI)].

Fig. 9. *Crotalaria sagittalis*. **A:** stipules. **B:** flower with bract and bracteole. **C:** calyx. **D:** standard. **E:** standard base, apendices and claw. **F:** wing. **G:** keel. **H:** gynoecium. **I:** style apex. **J:** seed.

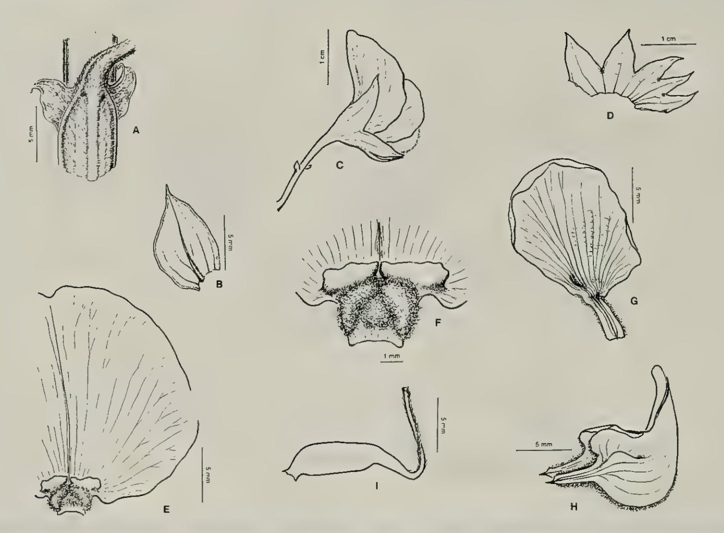


FIG. 10. *Crotalaria spectabilis*. **A:** estípulas. **B:** bráctea. **C:** flor. **D:** cáliz, superficie interna. **E:** estandarte. **F:** base del estandarte, apéndices y uña. **G:** ala. **H:** quilla. **I:** gineceo. [Rodríguez 514 (CTES)].

FIG. 10. *Crotalaria spectabilis*. **A:** stipules. **B:** bract. **C:** flower. **D:** calyx, inner surface. **E:** standard. **F:** standard base, apendices and claw. **G:** wing. **H:** keel. **I:** gynoecium.

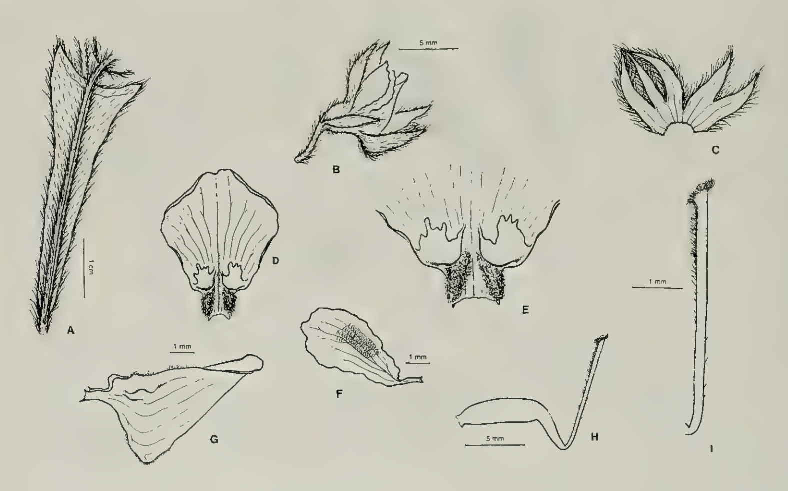


FIG. 11. *Crotalaria stipularia*. **A:** estípulas. **B:** flor. **C:** cáliz, superficie interna. **D:** estandarte. **E:** base del estandarte, apéndices y uña. **F:** ala. **G:** quilla. **H:** gineceo. **I:** ápice del estilo. [Schulz 1138 (SI)].

FIG. 11. *Crotalaria stipularia*. **A:** stipules. **B:** flower. **C:** calyx, inner surface. **D:** standard. **E:** standard base, apendices and claw. **F:** wing. **G:** keel. **H:** gynoecium. **I:** style apex.

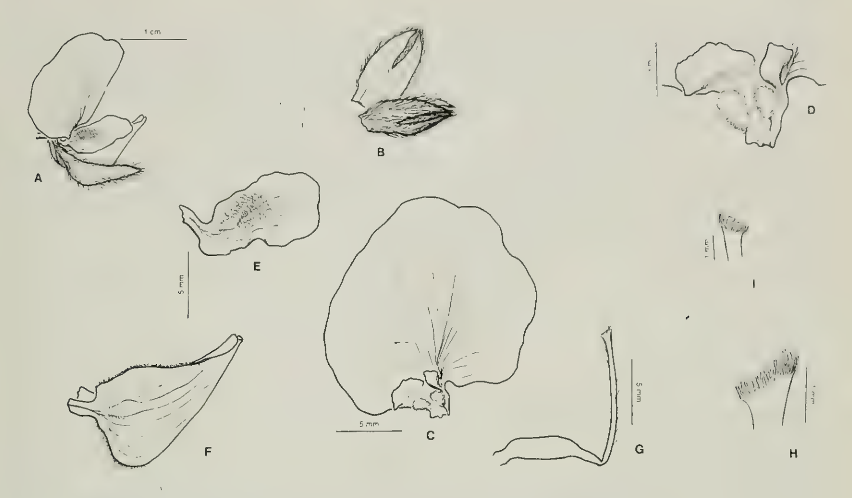


Fig. 12. *Crotalaria tweediana*. **A:** flor. **B:** cáliz. **C:** estandarte. **D:** base del estandarte, apéndices y uña. **E:** ala. **F:** quilla. **G:** gineceo. **H:** ápice del estilo, perfil externo. **I:** ápice del estilo, perfil interno. [Montes 1374 (SI)].

Fig. 12. *Crotalaria tweediana*. **A:** flower. **B:** calyx. **C:** standard. **D:** standard base, apendices and claw. **E:** wing. **F:** keel. **G:** gynoecium. **H:** style apex, outer profile. **I:** style apex, inner profile.

Fecha de publicación: 15.10.2000

Gayana Bot. 57(1): 89-96, 2000 ISSN 0016-5301

VARIACION MORFOLOGICA DE *PHACELIA SECUNDA* J.F. GMEL. (HYDROPHYLLACEAE) A LO LARGO DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN CHILE CENTRAL

MORPHOLOGICAL VARIATION OF PHACELIA SECUNDA *J.F. GMEL. (HYDROPHYLLACEAE) ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT IN CENTRAL CHILE*

Lohengrin A. Cavieres*

RESUMEN

Phacelia secunda J.F. Gmel. (Hydrophyllaceae) es una hierba perenne que en Chile, y también en Argentina, presenta una amplia distribución, habitando desde Parinacota (18°S) hasta Tierra del Fuego (54°S), y desde el nivel del mar hasta la alta cordillera. En este estudio se documentan algunas variaciones morfológicas que presenta esta especie a lo largo de un gradiente altitudinal desde los 1.600 m a los 3.400 m en los Andes de Chile central (33°S). Se encontró que el diámetro de las rosetas aumenta significativamente con la altitud, al igual que el número de inflorescencias por individuo y la longitud de la pubescencia. Por el contrario, la altura de las inflorescencias disminuye con la altitud. La tendencia a privilegiar el crecimiento vertical a bajas altitudes y el crecimiento horizontal en altitudes mayores sería una respuesta adaptativa a las frías condiciones de los ambientes de alta montaña. Del mismo modo, el aumento en la longitud de la pubescencia con la altitud sería una adaptación para mantener un balance térmico positivo y evitar los excesos de radiación en dichos ambientes.

PALABRAS CLAVES: Cambio morfológico, gradiente altitudinal, *Phacelia*, Andes.

ABSTRACT

Phacelia secunda J.F. Gmel. (Hydrophyllaceae) is a perennial herb that both, in Chile and Argentina, shows a wide distributional range, inhabiting from Parinacota (18°S) to Tierra del Fuego (54°S), and from the sea level up to the high Andes. In this study some morphological variations along an altitudinal gradient from 1600 to 3400 m in Andes of central Chile (33°S) are reported. The diameter of the rosettes significantly increased with elevation, as well as the number of inflorescences per individual and the longitude of pubescence. In contrast, the height of inflorescences decreased with elevation. Tendencies for privileging vertical growth at lower elevations and horizontal growth at higher elevations would be adaptations to the cold and harsh climate of high mountain habitats. In a similar vein, the increase in the longitude of pubescence with elevation would be an adaptation in order to maintain positive thermal balances and avoid the excesses of radiation in those habitats.

KEYWORDS: Morphological change, altitudinal gradient, *Phacelia*, Andes.

INTRODUCCION

El género *Phacelia* Juss. (Hydrophyllaceae) comprende aproximadamente 150 especies, que habitan desde el oeste de Norteamérica hasta el sur de Argentina y Chile (Deginani 1982; Mabberley 1997). La mayoría de las especies de este género se encuentran en el hemisferio norte, colonizando principalmente hábitats templados (Willis 1985; Mabberley 1997). En Chile, el género está representado por 6 especies (Marticorena & Quezada 1985).

Phacelia secunda J.F.Gmel. es una hierba perenne que habita en todo el continente americano, desde el sur de los Estados Unidos hasta el extremo sur de Sudamérica (Deginani 1982). En Chile esta hierba presenta una extraordinaria amplitud tanto en su distribución latitudinal como altitudinal, habitando desde Parinacota (18°S) hasta Tierra del Fuego (54°S), y desde el nivel del mar hasta cerca

*Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. email: lcaviere@udec.cl

del límite altitudinal de la vegetación andina (3.500 m). En Chile, una distribución tan amplia como ésta, sólo es conocida para *Deschampsia antarctica* Desv. (Graminae) y *Colobanthus quitensis* (H.B.K.) Bartl. (Caryophyllaceae) que se encuentran a lo largó de toda la Cordillera de los Andes hasta la Antártica. A diferencia de las otras especies con amplia distribución en Chile, *P. secunda* se desarrolla exitosamente en climas muy diferentes como son el clima costero, el clima tipo mediterráneo del valle central y el clima alto-andino. En Argentina, *P. secunda* también presenta una amplia distribución tanto altitudinal como latitudinal, habitando desde Jujuy hasta Tierra del Fuego y desde el mar a la Cordillera de los Andes (Deginani 1982).

Varios estudios han documentado los drásticos cambios climáticos que ocurren con la altitud (Billings & Mooney 1968; Billings 1972, 1974; Bliss 1971, 1985). Aquellas especies capaces de crecer en un amplio rango de altitudes deben adaptarse a la disminución de la temperatura del aire y del suelo con la altitud, al aumento de los niveles de radiación y velocidad del viento, y a la disminución en la duración de la estación favorable para el crecimiento (Billings & Mooney 1968; Billings 1974; Bliss 1985; Körner 1999). La gran mayoría de los estudios se han centrado en las adaptaciones fisiológicas que presentan las especies que habitan los ambientes alpinos (Billings & Mooney 1968; Bliss 1971; Billings 1972; 1974), relegando a un segundo plano la documentación de adaptaciones morfológicas. Una de las principales características que presentan las plantas que habitan en zonas alpinas es la reducción del crecimiento en tamaño de los individuos, privilegiándose el crecimiento en forma horizontal (Savile 1972; Körner *et al.* 1989; Körner 1999). De esta manera los individuos crecen muy apegados a la superficie del suelo donde pueden evadir los efectos del fuerte viento y aprovechar la radiación del suelo para alcanzar temperaturas más altas que el aire (Körner & Larcher 1988; Körner 1999). Lo anterior sugiere que una especie que se distribuya a lo largo de un gradiente altitudinal debería modificar su morfología para crecer más cerca del suelo ha medida que se aumenta en altitud. En el presente estudio se documentan algunos aspectos de la variación morfológica que presenta *Phacelia secunda* a lo largo de un gradiente altitudinal en los Andes de Chile central.

MATERIALES Y METODOS

Especie de estudio

Phacelia secunda J.F. Gmel. (Hydrophyllaceae): hierba perenne, arrosetada o con tallos erguidos, con rizoma vertical, tallos con pilosidad argénteo-serícea, adpresa, en menor medida con pilosidad hirsuta. Hojas basales largamente pecioladas, las caulinares casi sésiles, pilosas en ambas caras; lámina entera a lirado pinnada, lanceolada a ovada, con 1 a 5 pares de lóbulos de ápice agudo y margen entero, el terminal de mayor tamaño que los restantes. Inflorescencia compleja de cimas escorpioides, laxas o contraídas. Cáliz de igual o menor longitud que la corola, sépalos más o menos lanceolados, hirsutos. Corola campanulada, lila a blanco. Estambres exertos. Fruto cápsula piriforme. Puede producir entre 1-4 semillas por flor. Las semillas son naviculares, de 2-3 mm de longitud por 1 mm de ancho; tienen un extremo marcadamente agudo, foveoladas en ambas caras y son de color castaño oscuro. Los frutos y semillas de esta especie no presentan adaptaciones morfológicas para dispersión a larga distancia (Cavieres *et al.* 1999), lo que le permite formar bancos de semillas bastante numerosos (Cavieres & Arroyo 1999a). Según Arroyo & Squeo (1990) ásta es una especie parcialmente autocompatible.

Deginani (1982) reconoce 2 variedades para la especie: *P. secunda* J.F.Gmel. var. *secunda* con plantas arrosetadas, con pilosidad en su mayor parte argénteo-serícea, y *P. secunda* J.F.Gmel. var. *pinnata* (R. et P.) Constance, con plantas marcada- mente caulescentes, con predominio de la pilosidad hirsuta (Fig. 1).

Area de estudio

Este trabajo se realizó entre los sectores del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca y el Cerro Negro en el Centro Invernal de Ski Valle Nevado, en los Andes de Chile central (33°S) (Fig. 2).

En general, el clima de Chile central es del tipo mediterráneo (di Castri & Hajek 1976) con una marcada estacionalidad tanto en las temperaturas como en las precipitaciones. Se caracteriza además por una alta variabilidad interanual en las precipitaciones y una moderada oscilación térmica entre el período invernal y la época estival. A 1.600 m, en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, la temperatura media anual es de 12,7°C (Peñaloza 1996), mientras que a 2.600



Fig. 1. Icones de *Phacelia secunda* J.F. Gmelin. en Deginani (1982). A, Planta en flor y fruto; B, flor; C, corola abierta; D, cáliz y fruto; E, gineceo; F, semillas; G, *Phacelia secunda* var. *pinnata* (Vahl) Deginani, aspecto general. (A-F, Cabrera 15146; G, Cabrera 18301).

Fig. 1. Icones of *Phacelia secunda* J.F. Gmelin. in Deginani (1982). A, Plant with fruit and flowers; B, flower; C, open corolla; D, calix and fruit; E, gineceous; F, seed; G, *Phacelia secunda* var. *pinnata* (Vahl) Deginani, general aspect. (A-F, Cabrera 15146; G, Cabrera 18301).

m y 3.150 m la temperatura media anual es de alrededor de 6,5°C y 3°C, respectivamente (Cavieres & Arroyo 1999b).

En la zona de estudio se encontraron poblaciones de *Phacelia secunda* desde los 1.600 a los 3.400 m, abarcando una diferencia de 1.800 m de altitud entre ambos extremos del gradiente. De acuerdo a una tasa de enfriamiento adiabático del aire ("lapse rate") de 6°C/km (Cavieres & Arroyo 1999b) la diferencia en la temperatura promedio entre los extremos del gradiente estudiado es de 10,8°C, diferencia que de acuerdo a la estacionalidad que presenta el "lapse rate" (*op. cit.*) puede ser aún mayor en los meses de verano. Los muestreos se realizaron en 5 poblaciones ubicadas en laderas de exposición W a S, ubicadas a las siguientes altitudes:

1.600 m: Vegetacionalmente corresponde al bosque esclerófilo montano de Chile central, que se caracteriza por la dominancia el árbol *Kageneckia angustifolia* y el arbusto *Guindilia trinervis*, presentando una fisionomía de matorral abierto (León 1994; Peñaloza 1996).

2.100 m: Localizado en una ladera de exposición W en la ruta al complejo de ski Valle Nevado. La vegetación corresponde a un matorral

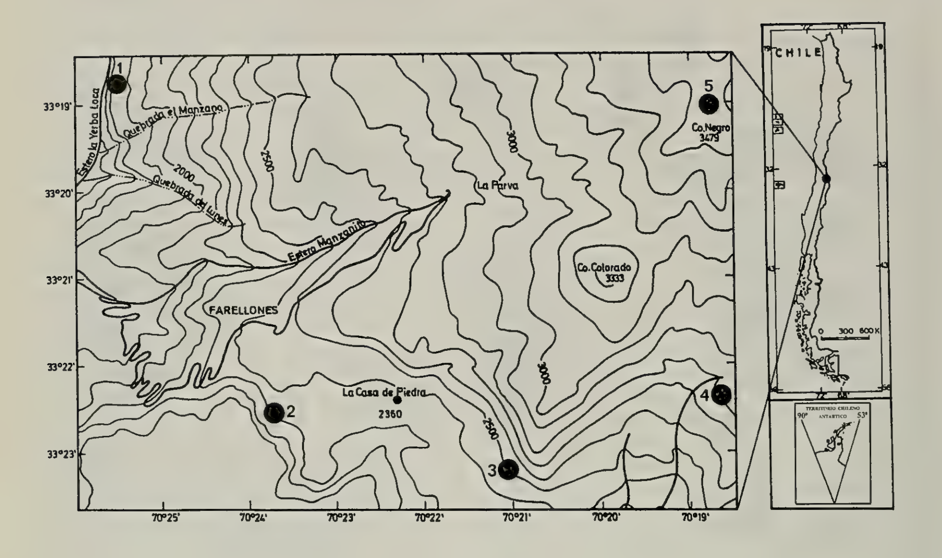


FIG. 2. Mapa de la zona de estudio. Círculos negros indican los sitios de estudio. 1: 1.600 m, 2: 2.100 m, 3: 2.500 m, 4: 2.900 m, 5: 3.400 m.

FIG. 2. Map of the study zone. Black circles indicate study sites. 1: 1.600 m, 2: 2.100 m, 3: 2.500 m, 4: 2.900 m, 5: 3.400 m.

subandino, dominado por *Acaena alpina, A. splendens*, y arbustos achaparrados como *Chuquiraga oppositifolia* y *Anarthrophyllum cumingii*, acompañados a su vez de varias especies de geófitas y algunas hierbas anuales (Cavieres *et al.* 2000).

2.500 m: Localizado en una llanura inclinada, de exposición S, en la ruta al complejo de ski Valle Nevado. La vegetación corresponde al límite superior del matorral subandino (Cavieres *et al.* 2000), con dominancia de *Acaena alpina*, *Chuquiraga oppositifolia* y *A. splendens*.

2.900 m: Ubicado en una ladera de exposición SW, muy cerca del Centro de ski Valle Nevado. La vegetación corresponde al piso andino inferior que se caracteriza por la dominancia de especies en cojín como *Laretia acaulis* y *Anarthrophyllum gayanum* (Cavieres *et al.* 2000).

3.400 m: Localizado en una ladera de exposición S en las faldas del Cerro Negro, aproximadamente a 3 km al norte del Centro de ski Valle Nevado. Este sitio corresponde al piso andino superior (o subnival) de vegetación, caracterizado por la baja cobertura vegetal, y la dominancia de especies herbáceas de bajo tamaño como *Nassauvia pyramidalis* y *Pozoa coriacea*, y la presencia de otras especies en cojín como *Azorella monantha* (Cavieres et al. 2000).

MEDICIONES MORFOLÓGICAS

En cada nivel altitudinal se escogieron al azar 25 individuos, a quienes se les determinó el ancho de la roseta, número de inflorescencias por individuo y altura de las mismas. Adicionalmente, de cada individuo se tomó un escapo floral que fue transportado al laboratorio, donde bajo lupa de disección se determinó la longitud de la pubescencia. Los datos fueron analizados con ANOVAS de una vía con la altitud como factor.

RESULTADOS

TAMAÑO DE LAS ROSETAS

Se aprecia un significativo aumento del diámetro de las rosetas con la altitud (N = 125; $F_{4,109} = 31,01$; $P < 0,001$), desde 9,6 cm a los 1.600 m hasta 24,7 cm de diámetro a los 3.400 m (Fig. 3a). Las rosetas del nivel 2.900 m resultaron ser ligeramente más grandes (25,8 cm) que las de 3.400 m, aunque las diferencias no son significativas (Fig. 3a).

NÚMERO DE INFLORESCENCIAS

También se encontró un aumento significativo del número de inflorescencias con la altitud ((N = 125; $F_{4,109} = 45,41$; $P < 0,001$). A 1.600 m las rosetas contienen en promedio 2 inflorescencias por individuo (Fig. 3b), las que aumentan a un promedio 3, 13 y 12 inflorescencias por individuo a 2.100 m, 2.500 m, 2.900 m y 3.400 m, respectivamente (Fig. 3b).

ALTURA DE LAS INFLORESCENCIAS

La altura de las inflorescencias disminuye significativamente con la altitud (N = 232; $F_{4,219} = 91,21$; $P < 0,001$). A 1.600 m las inflorescencias tienen una altura promedio de 24,3 cm por sobre el nivel del suelo, mientras que a 2.100 m aumenta a 17,8 cm por sobre el nivel del suelo. A 2.500 m la altura promedio disminuye a 13,5 cm, mientras que a 2.900 m y 3.400 m decae aún más a 8,5 y 5,8 cm por sobre el nivel del suelo, respectivamente (Fig. 3c).

LONGITUD DE LA PUBESCENCIA

La longitud de la pubescencia aumenta significativamente con la altitud (N = 250; $F_{4,225} = 109,99$; $P < 0,001$). A 1.600 m el promedio de la pubescencia es de 0,7 mm de largo, mientras que a 2.100 m aumenta a 0,8 mm. A 2.500 m la longitud de la pubescencia aumenta a 0,9 mm, mientras que a 2.900 m y 3.400 m aumenta aún más a 1,0 mm y 1,3 mm, respectivamente (Fig. 3d).

DISCUSION

La reducción de la estatura de las plantas con la altitud ha sido documentada con anterioridad por una serie de estudios (*e.g.* Rochow 1970; Jolls 1980; Neuffer & Bartelheim 1989; Galen *et al.* 1991; Bauert 1996). En el caso de *Phacelia secunda* dicha reducción se manifiesta en la disminución de la altura que alcanza la inflorescencia por sobre el nivel de suelo (Fig. 3c). Adicionalmente, *P. secunda* aumenta el tamaño de las rosetas con la altitud, de modo que si calcula la razón estatura/diámetro se obtiene una disminución lineal de esta razón con la altitud (2,5 cm -1,56 cm - 0,68 cm - 0,33 cm - 0,23 cm a 1.600 m - 2.100 m - 2.500 m - 2.900 m - 3.400 m, respectivamente). En otras palabras, existe una variación altitudinal de individuos con mayor desarrollo de crecimiento vertical en las altitudes menores, e individuos con un mayor desarrollo de crecimiento horizontal hacia las altitudes mayores. Körner *et al.* (1989) proponen que tal respuesta morfológica sería producto que las morfologías pequeñas, que privilegian el crecimiento horizontal, son eficientes captadores y retenedores de energía térmica, de modo que la temperatura de los tejidos vegetales puede estar varios grados por sobre la temperatura del aire (Körner 1999). Esto es coherente con el hecho que las formas de vida mejor adaptadas y más abundantes en las zonas alpinas son plantas bajas como las hierbas en rosetas y las plantas en cojín (Bliss 1971; Billings 1974; Körner 1999). Körner *et al.* (1989) además señalan que la reducción en tamaño no es una consecuencia de una menor eficiencia en la maquinaria fotosintética de las plantas por las bajas temperaturas ambientales, sino a una adaptación que opera incluso al nivel de la formación y división celular.

El significativo aumento del número de inflorescencias por individuo con la altitud sugiere que habría un aumento en el esfuerzo reproductivo sexual con la altitud. Esto se contrapone con lo propuesto por muchos autores (e.g., Billings & Mooney 1968; Bliss 1971; Billings 1974), quienes

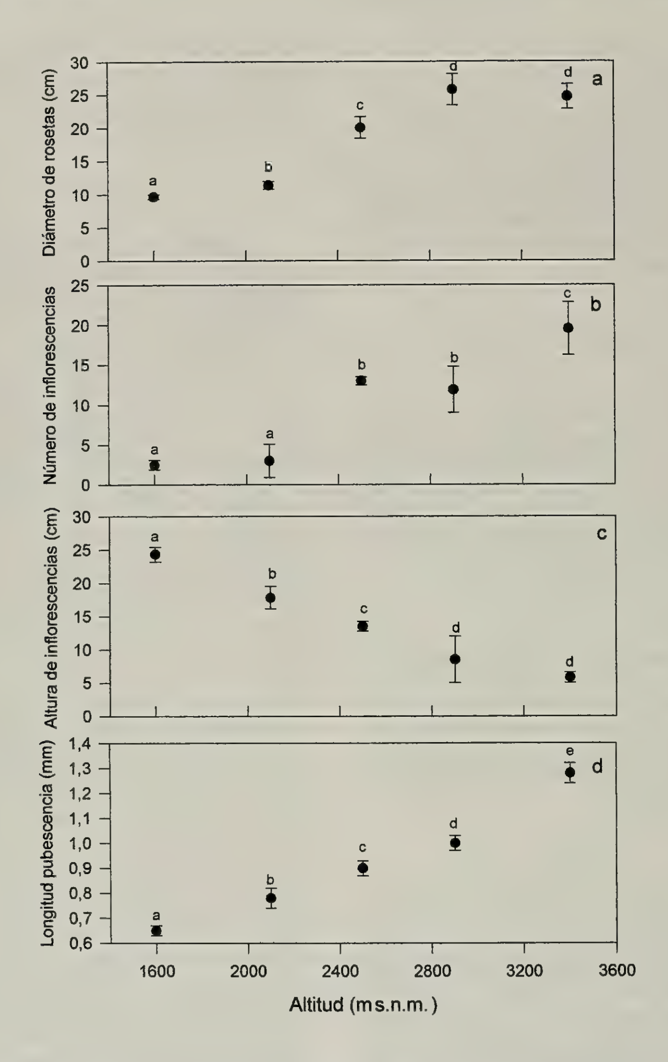


FIG. 3. Variaciones morfológicas de *Phacelia secunda* con la altitud en los Andes de Chile central (33°S). a) diámetro de las rosetas; b) número de inflorescencias por individuo; c) altura de las inflorescencias; d) longitud de la pubescencia. Letras diferentes sobre los círculos indican diferencias significativas (P < 0,05) de acuerdo al test *a posteriori* de Tukey.

FIG. 3. Morphological variation in *Phacelia secunda* with elevation in the Andes of central Chile (33°S). a) rosettes diameter; b) inflorescences per individual; c) height of inflorescences; d) longitude of pubescence. Different letters on circles indicate significant differences (P < 0,05) according to Tukey *a posteriori* test.

sugieren que la inversión de esfuerzos en reproducción sexual debería disminuir con la altitud, lo que ha sido demostrado por algunos estudios (e.g, Rochow 1970; Jolls 1980). El razonamiento tras esta proposición es que las estresantes condiciones ambientales dificultarían el servicio de polinización por parte de insectos, y la acumulación de fotosintetatos necesarios para completar el ciclo hasta la producción de una semilla (Bliss 1971; Billings 1974). Sin embargo, existe evidencia que sugiere que la reproducción sexual sería más importante hacia mayores altitudes. Arroyo & Squeo (1990) documentan que, en un gradiente altitudinal en los Andes patagónicos, la proporción de especies xenógamas (e.d. especies que requieren obligadamente servicios de polinización) aumentan con la altitud. Arroyo *et al.* (1981) en los Andes de Chile central documentan que la longevidad de las flores en algunas especies andinas de Chile central aumenta con la altitud. Una mayor longevidad de las flores aumenta las probabilidades de ser visitada por un polinizador. De un modo análogo, un aumento del número de inflorescencias por individuo con la altitud, y por ende del número de flores, aumentaría el grado de atracción para los escasos polinizadores que habitan las zonas alpinas (Arroyo *et al.* 1982).

El aumento altitudinal en la pubescencia también ha sido documentado con anterioridad para algunas especies de amplio rango de distribución en zonas alpinas (Meinzer *et al.* 1985). La mayor densidad de pubescencia (como ha sido descrito en *Espeletia*, Meinzer *et al.* 1985) y/o la mayor longitud de la misma (como es el caso de *P. secunda*) con la altitud aumentan el grosor de la "capa límite" disminuyendo la pérdida de calor por convección (Meinzer & Glodstein 1985). Esto permite a la planta mantener un balance térmico favorable en comparación a las frías condiciones del aire que la rodea. De un modo similar, una mayor longitud de la pubescencia permite crear una película sobre la epidermis que restringe la intensidad de la incidencia de fotones (Meinzer & Glodstein 1985). Considerando que la intensidad de la radiación aumenta con la altitud (Körner 1999), una mayor pubescencia también cumpliría la función de proteger contra el exceso de radiación incidente.

Finalmente, en este estudio he documentado que la variación morfológica que presenta *P. secunda* a lo largo de un gradiente altitudinal se produce en forma "clinal" (*sensu* Briggs & Walter 1997) en respuesta a las modificaciones del ambiente. Esto, a su vez, demuestra el alto grado de plasticidad que presenta esta especie para adaptarse a su ambiente. Sin embargo, desde el punto de vista taxonómico esta alta plasticidad ha sido problemática. A modo de ejemplo, De Candolle (1845) reconoce 4 variedades para la especie, diferenciadas por la pubescencia foliar y la longitud del escapo. Reiche (1907) para la flora de Chile describe a la especie como "*planta polimorfa*", reconociendo 5 variedades. Este autor además nota acerca de la especie: "En toda la estención de la república hasta en las cordilleras i entonces en formas pigmeas", haciendo alusión a la menor estatura que adopta esta especie en dichos hábitats. Brand (1913) describe a la especie con 2 subespecies y 20 formas, nuevamente diferenciadas entre sí por caracteres como la forma y grado de pubescencia de la hoja, el grado de desarrollo del escapo floral, etc. Gibson (1967), para la revisión de la familia en la flora de Perú, relata que la búsqueda de caracteres morfológicos para dilucidar el complejo "*P. magellanica* (sin. *P. secunda*)" ha sido infructuosa por el alto polimorfismo de la especie. Ella sugiere que sólo el grado de pubescencia es un carácter útil para distinguir en la *P. secunda* var. *secunda* y *P. secunda* var. *pinnata*. Deginani (1982) diferencia las 2 variedades de la especie del siguiente modo: *P. secunda* var. *secunda* con plantas arrosetadas, con pilosidad en su mayor parte argénteo-serícea, y *P. secunda* var. *pinnata* con plantas marcadamente caulescentes, con predominio de la pilosidad hirsuta. Los resultados de este estudio sugieren que tal separación resultaría artificiosa ya que el cambio de éstos, y otros caracteres, es gradual, en respuesta a las condiciones en que crecen los individuos.

AGRADECIMIENTOS

A Clodomiro Marticorena por su colaboración en la búsqueda de la bibliografía taxonómica. Investigación financiada por FONDECYT 2950072. La redacción final del manuscrito ha sido apoyada por la Cátedra presidencial en Ciencias de Mary Kalin Arroyo y Núcleo Milenio P99-103-FICM, Center for Advances Studies in Ecology and Research on Biodiversity.

BIBLIOGRAFIA

ARROYO, M.T.K. & F. SQUEO. 1990. Relationship between plant breeding systems and pollination. En S. KAWANO (ed.). Biological Approaches and Evolutionary Trends in Plants, Academic Press, London, pp 205-227.

ARROYO, M.T.K., J.J. ARMESTO & C. VILLAGRÁN. 1981. Plant phenological patterns in the high Andean cordillera of central Chile. J. Ecol. 69:205-223.

ARROYO, M.T.K., R. PRIMACK & J.J. ARMESTO. 1982. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. Amer. J. Bot. 69:82-97.

BAUERT, M.R. 1996. Genetic diversity and ecotypic differentiation in arctic and alpine populations of *Polygonum viviparum*. Arct. Alp. Res. 28:190-195.

BILLINGS, W.D. 1972. Arctic and alpine vegetation: plant adaptation to cold summer climates. *In* J.D. IVES & R.D. BARRY (Eds.). Arctic and Alpine Environments, Methuen, London, pp 403-443.

BILLINGS, W.D. 1974. Adaptations and origins of alpine plants. Arct. Alp. Res. 6: 129-142.

BILLINGS, W.D. & H.A. MOONEY. 1968. The ecology of arctic and alpine plants. Biol. Rev. 43: 481-529.

BLISS, L.C. 1971. Arctic and alpine plant life cycle. Ann. Rev. Ecol. Syst. 2: 405-438.

BLISS, L.C. 1985. Alpine. En BILLINGS, W.D. & MOONEY, H.A. (eds.). Physiological Ecology of North American Plant Terrestrial Communities, Chapman & Hall, New York, pp 41-65.

BRAND, A. 1913. Hydrophyllaceae. Pflanzenr. 4(251) Heft 59: 1-210.

BRIGGS, D. & S.M. WALTER. 1997. Evolutionary Biology of Plants. Chapman & Hall, New York.

CAVIERES, L.A. & M.T.K. ARROYO. 1999a. Bancos de semillas en *Phacelia secunda* J.F. Gmelin (Hydrophyllaceae): variación altitudinal en los Andes de Chile central (33°S). Rev. Chil. Hist. Nat. 72: 569-577.

CAVIERES, L.A. & M.T.K. ARROYO. 1999b. Tasa de enfriamiento adiabático del aire en el Valle del Río Molina, provincia de Santiago, Chile central (33°S). Rev. Geográf. Chil. Terra Australis 44: 79-86.

CAVIERES, L.A., C. PAPIC & C. CASTOR. 1999. Variación altitudinal en los síndromes de dispersión de semillas de la vegetación andina de la cuenca del Río Molina, Chile central (33°S). Gayan. Bot. 56: 115-123.

CAVIERES, L.A., A. PEÑALOZA & M.T.K. ARROYO. 2000. Altitudinal vegetation belts in the high Andes of central Chile (33°S). Rev. Chil. Hist. Nat. 73(2).

DE CANDOLLE, A. 1845. Hydrophyllaceae. Prodr. 9: 287-301.

DEGINANI, N.B. 1982. Revisión de las especies argentinas del género *Phacelia* (Hydrophyllaceae). Darwiniana 24: 405-496.

DI CASTRI, F. & E. HAJEK. 1976. Bioclimatología de Chile. Ed. Universidad Católica.

GALEN, C., J.S. SHORE & H. DEYOE. 1991. Ecotypic divergence in alpine *Polemonium viscosum*: genetic structure, quantitative variation and local adaptation. Evol. 45:1218-1228.

GIBSON, D. 1967. Hydrophyllaceae. En Macbride, Flora of Perú. Field Mus. Hist., Bot. Ser 13(5a, 2): 101-112.

JOLLS, C. 1980. Phenotypic patterns of variation in biomass allocation in *Sedum lanceolatum* Torr. At four elevational sites in the Front Range, Rocky Mountains, Colorado. Bull. Torr. Bot. Club 107: 65-70.

KÖRNER, C. 1999. Alpine Plant Life. Springer, Berlin. 333 pp.

KÖRNER, C. & W. LARCHER. 1988. Plant life in cold climates. En LONG, S.F. & WOODWARD, F.I. (eds.). Plants and Temperature, Cambridge University Press, Cambridge, pp 25-47.

KÖRNER, C., M. NEUMAYER, S. PELÁEZ MENÉNDEZ-RIEDL & A. SMEETS-SCHEEL. 1989. Functional morphology of mountain plants. Flora 182: 353-383.

LEÓN, P. 1994. Efecto del espaciamiento entre plantas en la producción de frutos y semillas en *Kageneckia angustifolia* D. Don., un árbol dioico del bosque esclerófilo montano de Chile central. Tesis de Magíster; Facultad de Ciencias Universidad de Chile, Santiago, Chile. 70 pp.

MABBERLEY, D.J. 1997. The Plant Book (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge.

MARTICORENA, C. & M. QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayan. Bot. 42: 1-157.

MEINZER, F. & G. GOLDSTEIN. 1985. Some consequences of leaf pubescence in the andean giant rosette plant *Espeletia timotensis*. Ecol. 66: 512-520.

MEINZER, F., G. GOLDSTEIN & P. RUNDEL. 1985. Morphological changes along an altitude gradient and their consequences for an Andean giant rosette plant. Oecol. 65: 278-283.

NEUFFER, B. & S. BARTELHEIM. 1989. Gen-ecology of *Capsella bursa-pastoris* from an altitudinal transect in the Alps. Oecol. 81: 521-527.

PEÑALOZA, A. 1996. Consideraciones microclimáticas en la sobrevivencia de semillas plántulas de *Kageneckia angustifolia* D. Don: una especie del bosque esclerófilo montano de Chile central. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 78 pp.

REICHE, K. 1907 Estudios críticos sobre la flora de Chile. An. Univ. Chil. 120: 187-201.

ROCHOW, T.F. 1970. Ecological investigations of *Thlaspi alpestre* L. Along an elevational gradient in the central Rocky Mountains. Ecol. 51: 649-656.

SAVILE, D. 1972. Arctic adaptations in plants. Canada Department of Agriculture, Monograph N° 6.

WILLIS, J.C. 1985. A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns (8th ed.). Cambridge University Press, Cambridge.

Fecha de publicación: 15.10.2000



COMUNICACIONES BREVES

Gayana Bot. 57(1): 97-99, 2000 ISSN 0016-5301

NUEVOS REGISTROS PARA LA FLORA DE CHILE: *MAGALLANA PORIFOLIA* CAV. (TROPAEOLACEAE), *TRISTAGMA AMEGHINOI* (SPEG.) SPEG. Y *TRISTAGMA PATAGONICUM* (BAKER) TRAUB (ALLIACEAE)

NEW RECORDS FOR THE FLORA OF CHILE: MAGALLANA PORIFOLIA *CAV.,* TRISTAGMA AMEGHINOI *(SPEG.) SPEG. AND* TRISTAGMA PATAGONICUM *(BAKER) TRAUB*

Magallana porifolia Cav., *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg. and *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub, are reported for first time for the chilean flora, growing in the Region of Aysen (Region XI). The species are described and comments about their habitats are made.

Luis Faúndez Y.[1] y Jorge H. Macaya B.[1]

[1] Depto. Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago-Chile.

La familia Tropaeolaceae es exclusivamente americana, y agrupa los siguientes géneros: *Magallana* Cav. (2 especies), *Tropaeolum* L. (86 especies) y *Trophaeastrum* Sparre (1 especie). En Chile existía, hasta el momento, sólo el género *Tropaeolum* L. representado por 18 especies nativas y una advena (Marticorena 1990; Sparre & Andersson 1991).

La familia Liliaceae en Chile, a su vez, está representada por 22 géneros y 48 especies (Marticorena 1990) a ella pertenece *Tristagma* Poepp., género que está representado en el país por 3 especies: *Tristagma berteri* Phil., *T. bivalve* (Lindl.) Traub y *T. nivale* Poepp. (Marticorena & Quezada 1985).

El objetivo de la presente nota es dar a conocer, para la flora de Chile, la existencia de las siguientes especies: *Magallana porifolia* Cav., *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub, *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg.

Las colectas se realizaron en los alrededores de Chile Chico, XI Región. El material fue herborizado e identificado en base a bibliografía especializada. Posteriormente fue depositado en los herbarios del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile (SGO) y de Referencia Agronómica de la Escuela de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile (aguch [2]).

El estudio del material dio como resultado el descubrimiento de tres nuevas especies autóctonas no citadas, hasta el momento, como integrantes de la flora de Chile: *Magallana porifolia* Cav., *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg. y *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub.

El género *Magallana* Cav. es citado por primera vez para el país y se diferencia de *Tropaeolum* L. por presentar hojas con segmentos lineales, a veces filiformes; por sus flores con estigma trífido, con una rama bien desarrollada y las otras dos muy reducidas y por su fruto alado.

La afirmación anterior se basa en el hecho que dichas especies no figuran como presentes en Chile en los trabajos particulares de las familias Tropaeolaceae (Sparre 1955; Sparre & Anderssen 1990) y Liliaceae (Uphof 1945; Ravenna 1967; 1969; 1978); ni en el catálogo de la flora vascular de Chile (Marticorena & Quezada 1985), la estadística de la flora vascular (Marticorena 1990) y tampoco en otras

[2] Acrónimo de herbario propuesto, no reconocido oficialmente.

publicaciones recientes (Marticorena 1992). Con estas novedades, las Tropaeolaceae quedan representadas en Chile por 2 géneros: *Magallana* Cav. y *Tropaeolum* L., con un total de 20 especies, en tanto que *Tristagma* Poepp. queda representada, a su vez, por las cinco especies siguientes: *T. ameghinoi* (Speg.) Speg., *T. berteri* Phil., *T. bivalve* (Lindl.) Traub, *T. nivale* Poepp. y *T. patagonicum* (Baker) Traub.

Magallana porifolia Cav., Icon. 4: 51, t. 374. 1798.

Iconografía: Ruiz Leal & Pérez Moreau, Darwiniana 13 (2-4): 461, fig.1. 1964. Pérez-Moreau y Crespo, Tropaeolaceae, in M.N. Correa (ed.), Fl. Patagónica 7: 5, fig. 27. 1988.

Hierba perenne, tallo de 1-2 mm de diámetro, herbáceo, tubérculos globosos de 1-2 cm de diámetro, o elipsoides de 2-4 cm de largo por 1-1,5 cm de ancho. Hojas con pecíolos de 0,8-4 cm, láminas 3-5-sectas, generalmente 4 segmentos 10-45 mm de largo por 1-4 mm de ancho, lineales. Flores axilares, solitarias, con pedúnculos de 15-35 mm. Cáliz con el labio superior de 6-9 mm, marcadamente 3-dentado, espolón de 10-15 mm, cónico, estrecho, labio inferior de 7-10 mm con 2 segmentos subtriangulares. Pétalos amarillos o amarillo-anaranjados, con nervaduras de tono más oscuro, bordes levemente crespos, los superiores de 6-13 mm de largo por 2-5 mm de ancho, espatulados, subelípticos u obovados hasta estrechamente obovados, a veces marginados, y los inferiores de 8-14,5 (incluida la uña de 3-4 mm) de largo por 2-4,5 mm de ancho. Filamentos estaminales de 1,5-5 mm; anteras de 0,6-1,5 mm. Ovario de 1-1,5 mm, subgloboso; estilo de 1,8-2 mm, rama estigmática desarrollada de más o menos 1 mm. Fruto sámara de 13-20 mm de largo por 10-15 mm de ancho, castaño con algunas manchas oscuras. Semillas de 4-5,5 mm de largo por 3-4,5 mm de ancho.

Material Estudiado: XI Región: Cerros al sur de Chile Chico, ladera exposición norte. Luis Faúndez Y., 17/10/1995 (aguch 11-0011, SGO).

OBSERVACIONES

1. Especie localmente abundante en la parte alta de la ladera de exposición norte, asociada a *Colliguaja integerrima* Gill. et Hook. ("Duraznillo"), *Stipa neaei* Nees ex Steud., *Achnatherum speciosum* (Trin. et Rupr.) Barkworth. También presente en laderas de exposición este pero menos abundante.
2. Al momento de la colección, la población se encontraba en el inicio de la floración, con abundantes individuos aún en estado vegetativo.
3. Dado que la especie crece en las cercanías del actual límite urbano de Chile Chico, se considera que esta especie debería ser considerada con algún grado de riesgo en su estado de conservación. Dado que ésta es, hasta ahora, la única localidad conocida en Chile de la especie, se propone su clasificación como especie "rara" (R), de acuerdo a las categorías reconocidas en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit 1989). No se propone la categoría de vulnerable (V), pues su distribución está principalmente en Argentina.

Tristagma ameghinoi (Speg.) Speg., Anales. Mus. Nac. Buenos Aires 7: 172. 1902.

Basónimo: *Brodiaea ameghinoi* Speg., Revista Fac. Agron. Veterin. La Plata 7: 575. 1897.

Iconografía: Ravenna, in Correa, Fl. Patagónica, 2: 148 fig 136. 1969.

Hierba perenne de 9-20 cm de alto. Bulbo ovoide aproximadamente de 16 mm de largo por 12 mm de ancho. Hojas lineales verde grisáceo, de 12-23 cm de largo por 1-1,4 mm de ancho, levemente canaliculadas. Escapo de 10-16 cm de largo por 1 mm de ancho. Espata bivalva, 1-2-flora; valvas casi iguales, membranáceas, de 13-15 mm. Flores pediceladas verde oliváceo, de 9-12 mm de largo por 10-18 mm de ancho, tepálos rollizos, los exteriores de 5,5-9 mm de largo por 0,7-1 mm de ancho, tubo perigonial de 9,5-12 mm de largo por 2,3 mm de ancho. Filamentos muy cortos, aplanado-angostos, los episépalos insertos aproximadamente a 7 mm de la base del tubo, de 1-1,5 mm de largo; anteras amarillas, de 2,3-2,4 mm. 0vario ovoide u oblongo-ovoide, de 2-2,5 mm de largo por 1,8 mm de ancho; estilo grueso, de 1,2-1,5 mm; estigma ampliamente capitado.

Material estudiado: XI Región, Cerros al sur de Chile Chico, ladera baja de exposición sur. Luis Faúndez Y., 17/10/1995. (aguch11-0048, SGO).

OBSERVACIONES

1. Especie frecuente y abundante bajo arbustos de *Colliguaja integerrima* Gillies et Hook., exclusivamente en laderas bajas de exposición sur y en terrazas aluviales. De difícil detección dado el color verde de sus tépalos que la hace poco visible, particularmente entre el follaje de gramíneas anuales como: *Bromus berterianus* Colla; *Vulpia australis* (Nees) C.H. Blom, con las que coexiste.
2. Como en el caso anterior, se sugiere incluir esta especie entre las consideradas como "raras".

Tristagma patagonicum (Baker) Traub, Pl. Life 19: 61. 1963

BASÓNIMO: *Milla patagonica* Baker, J. Linn. Soc. Bot.: 11 (54-55): 382. 1870.

ICONOGRAFÍA: Ravenna, in Correa ed., Fl. Patagónica, 2: 148. Fig. 138. 1969.

Hierba perenne de 7-9 cm de alto. Bulbo ovoide u oblongo-ovoide, de 16-20 mm de largo por 7-9 mm de ancho, provisto de un cuello endeble de 20-25 mm. Hojas 1-2, lineales, de 6-8 cm de largo por 0,7-1,8 mm de ancho, de ápice obtuso. Escapo grácil de 4,5-8 cm de largo por 0,8-1,1 mm de diámetro. Espata bivalva, uniflora o biflora; valvas blancas, algo estriadas, lanceoladas, de aproximadamente 19 mm de largo por 2,2-2,8 mm de ancho, soldadas 2,2 mm hacia la base. Pedicelos de 2-40 mm. Flor erguida, blanca con estría parda o pardo-verdosa en el envés de los tépalos, de 12 mm de largo por 10-35 mm de diámetro. Tépalos agudos u obtusos, concrescentes de 11-20 mm, luego extendidos, los exteriores de 10-14,5 mm de largo por 2-6,4 mm de ancho, los interiores de 8,5-10 mm de largo por 2-5,8 mm de ancho. Filamentos muy angostos, los episépalos insertos a 3,3-5,3 mm de la base del tubo que forman los tépalos, de 3-4,8 mm, los epipétalos a 5,5-6,5 mm de la base, de 3,5-5,5 mm; anteras algo incurvas, amarillas, de 1,1 mm. Ovario oblongo de 2,6-3 mm de largo por 0,9-15 mm de diámetro; estilo filiforme, de 5,5-7,7 mm; estigma capitado-trilobado.

MATERIAL ESTUDIADO: XI Región: Cumbres de los cerros al Sur de Chile Chico. Luis Faúndez Y., 17/10/1995 (aguch 11-0039, SGO); XI Región. Cerros al Sur de Chile Chico, ladera de exposición Sur. Luis Faúndez Y., 17/10/1995 (aguch 11-0055, SGO)

OBSERVACIONES

1. Especie conspicua en razón del tamaño y del colorido de sus flores. Es localmente frecuente y abundante, bajo individuos de *Colliguaja integerrima* Gillies et Hook.
2. Al igual que para las especies anteriores, en relación con su estado de conservación, se propone la categoría de "rara".

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Mélica Muñoz e Inés Meza de la sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago.

BIBLIOGRAFIA

BENOIT, I. L. (Ed.). 1989. Red Book on Chilean terrestrial flora (Part One). 151 p. CONAF. Santiago, Chile.
MARTICORENA, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 47 (3-4): 85-113.
MARTICORENA, C. 1992. Bibliografía Botánica Taxonómica de Chile. Monographs Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 41: 1-587.
MARTICORENA, C. & M. QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42: 5-157.
PÉREZ-MOREAU, R.L. & S. CRESPO. 1988. Tropaeolaceae, en Correa, Flora Patagónica, parte 5:43-47.
RUIZ LEAL, A. & R.L. PÉREZ MOREAU. 1964. Las especies del génereo *Magallana* (Tropaeolaceae). Darwiniana 13 (2-4), 459-463.
RAVENNA, P.F. 1967. Liliáceas nuevas o críticas. Bol. Soc. Argent. Bot. 11 (2-3): 146-153.
RAVENNA, P.F. 1969. Liliaceae, en Correa, Flora Patagónica, parte 2: 138-151.
RAVENNA, P.F. 1978. Studies in the Allieae II. Pl. Life 34: 130-151.
SPARRE, B. 1955. Preliminary studies towards a monograph of the *Tropaeolum* family. I. Tropaeolaceae chilenses. Darwiniana 11 (1): 89-132, 8 lám.
SPARRE, B. & ANDERSSON, L. 1991. A taxonomic revision of the *Tropaeolaceae*. Opera Bot. 108: 1-140.
UPHOF, J.C.T. 1945. *Leucocoryne* and related genera of South America. 1: The genus *Leucocoryne*; 2: The genus *Tristagma*; 3: The genus *Steinmannia*; 4: The genus *Nothoscordum* (South American part); 5: The genus *Triteleia* (South American part); 6: The genus *Brodiaea* (South American part). Herbertia 12: 52-67.

Fecha de publicación: 15.10.2000

Gayana Bot. 57(1): 101-103, 2000 ISSN 0016-5301

ESTUDIOS ANATOMICOS EN *PINGUICULA CHILENSIS* CLOS (LENTIBULARIACEAE)

ANATOMICAL STUDIES IN PINGUICULA CHILENSIS *CLOS (LENTIBULARIACEAE)*

Samples of *Pinguicula chilensis* (Lentibulariaceae) where collected from the Cordillera de Nahuelbuta in order to characterized some of its anatomical features. Leaves where processed for scanning electrom microscopy analysis in which pedunculated trichomes and secrecetory glands form 4-8 cells could be observed.

Roberto Rodríguez[1], Angélica Urbina[2] y Sofía Valenzuela[2]

[1] Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. [2] Facultad de Agronomía, Casilla 537, Universidad de Concepción, Chillán.

El género *Pinguicula* L. (Lentibulariaceae) comprende unas 46 especies distribuidas en el continente americano, región mediterránea y unas pocas en áreas circumboreales (Mabberley 1987). Son plantas insectívoras, que viven en suelos ácidos y pobres en nitrógeno. En Chile existen dos especies (Ernst 1962; Casper 1966) que viven en terrenos húmedos desde la provincia de Talca hasta Tierra del Fuego. *Pinguicula antarctica* Vahl (Enum. 1: 192. 1804) fue encontrada por Commerson en el Estrecho de Magallanes, y tiene una distribución actual desde Chiloé (en las partes altas de la cordillera, sobre los 800 m), Tierra del Fuego e Isla de los Estados, donde ocupa hábitats húmedos y fríos, mezclada con musgos y líquenes que se encuentran en el piso del bosque de *Drimys winteri- Nothofagus betuloides*. La otra especie, *Pinguicula chilensis* Clos (in Gay, Hist. Fis. Pol. Chile, Bot. 4: 365.1849), recolectada en Corral, provincia de Valdivia, habita terrenos húmedos en las partes altas de las cordilleras, generalmente sobre los 1.000 m de altitud, desde la provincia de Talca hasta la provincia de Osorno, además en Argentina a latitudes similares; frecuentemente se encuentra en sitios abiertos asociada a una flora formada por poblaciones de *Donatia fascicularis, Astelia pumila, Sphagnum magellanicum, Tribeles australis*, entre otras plantas típicas que componen las turberas australes.

La característica más relevante de estas plantas es la presencia de pelos glandulares que poseen enzimas proteolíticas. Las síntesis de las enzimas digestivas de *Pinguicula* se realizan en el retículo endoplásmico rugoso de las células de la cabeza, siendo transportadas a la pared celular a través de vacuolas y por exocitosis de las vesículas de Golgi (Vassilyev & Muravnik1988a; Heslop-Harrison & Heslop-Harrison1981). Un modelo de la actividad de las glándulas digestivas de *Pinguicula vulgaris* durante la estimulación por la captura de la presa es similar a lo observado en *Dionaea muscipula* (Vassilyev & Muravnik1988b).

Pinguicula chilensis es una pequeña planta que posee hojas verde claras, sésiles, obovadas, de 20 x 13 mm, con el margen involuto, totalmente cubiertas con pelos glandulares, reunidas en una roseta basal de 3-4 cm de diámetro.

Flores solitarias, zigomorfas con un espolón basal, sostenida por un pedúnculo delgado de 2-8 cm de largo. Cáliz bilabiado, cubierto de glándulas estipitadas dispersas, labio superior trilobulado, de

1,5 mm de largo, labio inferior bilobulado de 1,2 mm de largo. Corola bilabiada azulada a blanca, con venas violáceas, cubierta de pelos glandulares estipitados; tubo subinfundibuliforme, curvado en la base. Estambres de 1,7 mm de largo. Ovario subgloboso, cubierto de pelos glandulares.

Sobre las hojas se han observado atrapados diversos insectos, entre los que destacan dípteros, himenópteros y lepidópteros pequeños (Espinosa 1918).

Pinguicula chilensis fue recolectada en el Parque Nacional Nahuelbuta (37°48'S; 73°01'O), el material fue fijado en FAA (formaldehído, ácido acético, alcohol) para los estudios anatómicos y un registro de la planta está depositado en el Herbario de la Universidad de Concepción (CONC). Para microscopía electrónica parte del material fijado se lavó con buffer cacodilato al 0,2 M, posteriormente se deshidrató con acetona, fue llevado a secado de punto crítico, pegadas en portamuestras y metalizadas con oro con un espesor aproximado de 450 micrones y observadas en microscopio electrónico de barrido (MEB) ETEC Autoscan.

Descripción anatómica de la hoja

El corte transversal de hoja de *Pinguicula chilensis* muestra una hoja bifacial con ambas epidermis constituidas por una fila de células cuadrangulares, cubiertas por una cutícula delgada (Fig. 1). Haz vascular colateral central sin vaina definida, floema poco abundante, con células de paredes delgadas y tenues; elementos del xilema con engrosamientos helicoidales y de 15-16 µm de diámetro (Fig. 2). Mesófilo homogéneo con células isodiamétricas distribuidas en forma uniforme por toda la lámina, dejando pocos espacios intercelulares. Los estomas son de tipo anisocíticos, de 30 µm de diámetro y se encuentran en ambas superficies de la hoja (Fig. 3).

En esta especie se encuentran 3 tipos de tricomas, ubicados en la superficie adaxial de la hoja, en el pedicelo floral y en las flores. En la hoja son más abundantes y variables en forma y función, ya sea como pelos secretores de sustancias viscosas, pelos sensitivos o glándulas digestivas. Los pelos se pueden dividir en:

Pelos simples: formados por un número variable de células (4-12) dispuestas en una o más filas, pueden ser acuminados en el ápice o terminados en punta roma, alcanzando un largo de 300-700 µm; la célula basal es de mayor tamaño que el resto, de 30-50 µm de diámetro, y se ubica entre las células epidérmicas. Estos pelos son frecuentes en la parte basal de la hoja.

Pelos capitados: se encuentran en el ápice y cerca de la vena media de la hoja, en el espolón de la corola, en el ovario y en el pedicelo floral, son estructuras pluricelulares con un pedicelo unicelular (a veces hasta 2-5 celular) y una cabezuela glandular formada por 16-32 células dispuestas radialmente, con un diámetro de 56-80 µm (Fig. 4). Se pueden distinguir además pelos capitados con apéndices filiformes de 180-500 µm de largo, terminados en una célula corta y cilíndrica, cuya función glandular es de mayor eficiencia (Fig. 5). Los apéndices filiformes son abundantes y dirigidos en todas las direcciones, dando el aspecto de tentáculos microscópicos dispuestos a la captura de sus presas, cumpliendo una función sensitiva.

Pelos glandulares sésiles: constan de 4-8 (16) células desiguales, dispuestas radialmente, que se encuentran inmersas entre las células epidérmicas, formando un cuerpo de 36-56 µm de diámetro (Fig. 6). Las glándulas de 8 células se encuentran principalmente en la cara adaxial de la hoja y su función es básicamente digestiva, en cambio los cuerpos de 4 células están presentes en la cara abaxial de la hoja y son considerados como hidátodos (Casper 1966).

En la epidermis adaxial, en la región del nervio medio de la hoja, las células epidérmicas son rectangulares, dispuestas una al lado de la otra paralelamente al eje del nervio medio; entre ellas existen algunas estructuras glandulares de 4 células. Las células epidérmicas distantes del nervio medio difieren en forma a las descritas anteriormente, observándose una mayor superficie de contacto entre una y otra; entre ellas se distribuyen también las estructuras glandulares de 4 células, las que presentan un diámetro que varía entre 24-30 µm.

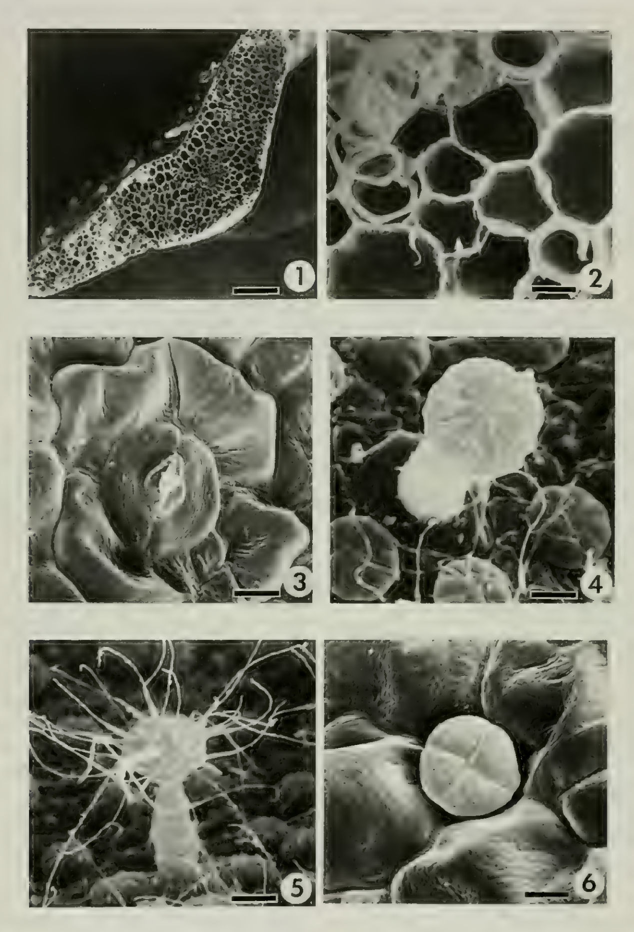
BIBLIOGRAFIA

Casper, J. 1966. Monographie der Gattung *Pinguicula* L. Biblioth. Bot. 127/128: 1-209, 16 lám.

Ernst, A. 1962. Revision der Gattung *Pinguicula*. Bot. Jahrb. Syst. 80(2): 145-194.

Espinosa, M.R. 1918. Los alerzales de Piuchué. Bol. Mus.

Nac. Hist. Nat. 10: 36-93.
HESLOP-HARRISON, Y. & J. HESLOP-HARRISON. 1981. The digestive glands of *Pinguicula*: structure and cytochemistry. Ann. Bot. 47: 293-319.
MABBERLEY, D.J. 1987. The Plant-Book. Cambridge Univ. Press. Cambridge. xii, 706 pp.
VASSILYEV, A. & E. MURAVNIK. 1988a. The ultrastructure of the digestive glands in *Pinguicula vulgaris* L. (Lentibulariaceae) relative to their function. II. The changes on stimulation. Ann. Bot. 61: 343-351.
VASSILYEV, A. & E. MURAVNIK. 1988b. The ultrastructure of the digestive glands in *Pinguicula vulgaris* L. (Lentibulariaceae) relative to their function. I. The changes during maturation. Ann. Bot. 62: 329-341.



FIGS. 1-6. *Pinguicula chilensis*, fotos al microscopio electrónico de barrido (la barra de la escala representa 1 micrón). FIG. 1. Corte transversal de hoja. FIG. 2. Detalle del xilema. FIG. 3. Estoma y células epidérmicas. FIG. 4. Pelo capitado. FIG. 5. Pelo capitado con apéndices filiformes. FIG. 6. Pelo glandular sésil.

Fecha de publicación: 15.09.2000



 ISSN 0016-5301

RECUENTOS CROMOSOMICOS EN ESPECIES DE *HYPOCHAERIS* L. (ASTERACEAE) DE CHILE

CHROMOSOMAL REPORTS OF HYPOCHAERIS *L. (ASTERACEAE) SPECIES FROM CHILE*

Karyotypes of two Chilean taxa of genus *Hypochaeris* were studied utilizing root-tip-mitotic metaphases. All the populations have karyotypes with 2n = 8 that are very uniform within each species. *H. apargioides* has a chromosome set 4m + 4st and *H. radicata* 4m + 2m-sat + 2sm.

Carlos M. Baeza[1], Jürke Grau[2], Emilie Vosyka[2], Tod F. Stuessy[3] y Hanna Weiss[3]

[1]Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Departamento de Botánica, Casilla 160-C, Universidad de Concepción, Concepción, Chile[2]. [3]Institut für Systematische Botanik, LMU, Menzingerstr. 67, 80638 München, Deutschland. [3]Institute of Botany, University of Vienna, Rennweg 14, A-1030 Wien, Austria.

El género *Hypochaeris* L. (Asteraceae) está representado en el mundo por alrededor de 50 especies, de las cuales más o menos 40 viven en América del Sur. Las especies restantes viven en Eurasia, sobre todo en la región mediterránea (Siljak-Yakovlev *et al.* 1994). En Sudamérica este género presenta grandes dificultades taxonómicas, ya sea por el gran número de especies nativas como también por el alto grado de variabilidad morfológica que presenta (Cabrera 1963, 1974, 1976; Wulff 1992; Bortiri 1997). *Hypochaeris apargioides* Hook. et Arn. es una planta que crece en la zona centro-sur de Chile continental, ocupando ambientes muy variables, que van desde lugares secos con suelo arcilloso, márgenes de bosques con suelos ricos en humus hasta sectores ubicados en los faldeos de algunos volcanes del sur de Chile, en suelo volcánico, lugar donde suele crecer junto a *H. tenuifolia* y *H. palustris*. Esta capacidad de crecer en diferentes hábitats se traduce en una enorme variabilidad morfológica, sobre todo en la forma y tamaño de las hojas. *H. radicata* L. es una maleza europea naturalizada en Chile, distribuida prácticamente en todo el país, compitiendo exitosamente con la flora nativa y endémica de Chile. El objetivo de este estudio es entregar información acerca del número y set de cromosomas de *H. apargioides*, especie endémica de Chile y de *H. radicata*, especie adventicia de Europa.

La siguiente tabla indica la procedencia del material utilizado:

Especies	Origen	Colector
H. apargioides	Chile. VIII Región. Prov. Ñuble. Las Trancas up hill behind Hotel Robledal, 1300 m, 30.01.1998	Stuessy 15479 (CONC, WU)
H. apargioides	Chile. IX Región. Prov. Malleco. 17 km E of Puente Lonquimay, 950 m, 13.02.1998	Stuessy & Baeza 15516 (CONC, WU)
H. apargioides	Chile. IX Región. Prov. Malleco. 8 km of Chilean Aduana to Paso Pino Hachado, 1380 m, 20.01.1999	Stuessy & Baeza 15583 (CONC, WU)
H. radicata	Chile. VIII Región. Prov. Concepción. Schwager, along vegetated dunes by Pacific Ocean, 5 m, 27.01.1998	Stuessy 15477 (CONC, WU)

El material de referencia está depositado en el herbario de la Universidad de Concepción (CONC) y en el herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Wien (WU).

Las puntas de raíces fueron extraídas de frutos germinados en placas petri. Para cada especie se cortó un trozo del ápice de la raíz de 8-10 mm de longitud y se dejó en una solución 0,002 M de 8-hidroxiquinolina durante 3 horas en el refrigerador (5°C). Luego se fijó el material en una solución de Etanol-ácido acético 3:1 en un refrigerador a -20°C. Para una fijación óptima se cambió el fijador mínimo en tres oportunidades antes de utilizar las puntas de raíces. En esta condición el material puede dejarse durante tres meses y aún está en buenas condiciones de uso. Para el análisis posterior de las puntas de raíces se siguió la técnica propuesta por Baeza (1996). Para determinar el set de cromosomas se siguió la nomenclatura propuesta por Levan *et al.* (1964).

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Especie	2n	Set de cromosomas
H. apargioides (15479)	8	4m + 4st
H. apargioides (15516)	8	4m + 4st
H. apargioides (15583)	8	4m + 4st
H. radicata (15477)	8	4m + 2m-sat + 2sm

m = metacéntrico
m-sat = metacéntrico con satélite
sm = submetacéntrico
st = subtelocéntrico

En todas las poblaciones estudiadas de *H. apargioides* el número básico fue de 2n = 8. Estos resultados confirman lo reportado por Sáez (1949), Stebbins (1971), Ruas *et al.* (1995) y Siljak-Yakovlev *et al.* (1994) en cuanto a que las especies de *Hypochaeris* de Sudamérica presentan un alto grado de uniformidad de los cromosomas. Las tres poblaciones de *H. apargioides* estudiadas presentan una fórmula cariotípica 2n = 8 = 4m + 4st, con dos pares de cromosomas metacéntricos y dos pares subtelocéntricos. No hay presencia de cromosomas con satélites. La poblacion de *H. radicata* estudiada presenta una fórmula cariotípica 2n = 8 = 4m + 2m-sat + 2sm, con dos pares de cromosomas metacéntricos, un par metacéntrico con satélites (tercer par) y un par submetacéntrico, situación ya observada por Barghi *et al.* (1989) y Ruas *et al.* (1995).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue producto de una estada postdoctoral financiada por una beca DAAD del gobierno alemán (Studienaufenthalt). Se agradece además el apoyo prestado por el proyecto Flora de Chile, por el señor decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, por el señor director del Departamento de Botánica, por el señor director de Asuntos Internacionales de la Universidad de Concepción y por el cuerpo de docentes del Departamento de Botánica. Un agradecimiento especial a Gabi y Janina que me acompañaron en esta aventura.

BIBLIOGRAFIA

BAEZA, M. 1996. Número de cromosomas en algunas especies chilenas de *Danthonia* DC. y *Rytidosperma* Steud. (Poaceae). Gayana, Bot. 53(2): 329-333.

BARGHI, N.; C. MUGNIER & S. SILJAK-YAKOVLEV. 1989. Karyological studies in some *Hypochoeris* spp. (Compositae) from Sicily. Plant Syst. Evol. 168: 49-57.

BORTIRI, E. 1997. Novedades en *Hypochoeris* (Compositae, Cichorieae) de la Argentina. Hickenia 2(46): 223-232.

CABRERA, A.L. 1963. Estudios sobre el género *Hypochoeris*. Bol. Soc. Argent. Bot. 10: 166-195.

CABRERA, A.L. 1974. Compositae. parte IV. *In* Burkart, A. (ed.). Flora Ilustrada de Entre Ríos. Colección Científica. Instituto Nacional de Tecnología, Buenos Aires. pp. 106-540.

CABRERA, A.L. 1976. Materiales para una revisión del género *Hypochoeris*. Darwiniana 20: 312-322.

LEVAN, A.; K. FREDGA & A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas 52: 201-220.

RUAS, C.F.; P.M. RUAS, N.I. MATZENBACHER, G. ROSS, C. BERNINI & A.L. VANZELA. 1995. Cytogenetic studies of some *Hypochoeris* species (Compositae) from Brazil. Am. J. Bot. 82(3): 369-375.

SÁEZ, F.A. 1949. Estudio citológico comparativo de algunas especies del género *Hypochoeris* (Compositae) de la América del Sur. Lilloa 19: 97-104.

SILJAK-YAKOVLEV, S.; A. BARTOLI, G. ROITMAN, N. BARGHI & C. MUGNIER. 1994. Etude caryologique de trois espèces *d'Hypochoeris* d'Argentine: *H. chillensis*, *H. microcephala* var. *albiflora* et *H. megapotamica*. Can. J. Bot. 72: 1496-1502.

STEBBINS, G. 1971. Chromosomal evolution in higher plants. Edward Arnold, London.

WULFF, A.F. 1992. Hibridización natural entre especies sudamericanas de *Hypochoeris* (Asteraceae). Darwiniana 31(1-4): 167-171.

Fecha de publicación: 15.09.2000



FLORA BIOLOGICA DE CHILE

Gayana Bot. 57(1): 107-113, 2000 ISSN 0016-5301

Nº 1

ACAENA MAGELLANICA (LAM.) VAHL (ROSACEAE)

ACAENA MAGELLANICA *(LAM.) VAHL (ROSACEAE)*

A. E. Marticorena[1] & L. A. Cavieres[1]

[1] Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción. E-mail: amartic@udec.cl

Acaena magellanica (Lam.) Vahl, Enum. Pl. 1: 297. 1804

Basiónimo: *Ancistrum magellanicum* Lam., Illustr. 1: 76, t. 22, f. 2. 1791. "E. Magellania. Commers. Ex herbarium Jussiaei."

Sinónimos:

Acaena acutifida Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 186. 1911.
Acaena adscendens Vahl var. *ß* Hook., Fl. Antarct. 1: 268. 1846.
Acaena adscendens Vahl, Enum. Pl. 1: 297. 1804.
Acaena brachyglochin Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 291. 1911.
Acaena cadilla Hook. f., Fl. Antarct. 1: 269. 1846.
Acaena canescens Phil., Reise Atacama: 192. 1860.
Acaena closiana Gay, Hist. Chile, Bot. 2. 298. 1847.
Acaena colchaguensis Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 205. 1911.
Acaena coxi Phil., Linnaea 33:63. 1864.
Acaena depauperata Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 206. 1911.
Acaena dimorphoglochin Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 165. 1911.
Acaena exaltata Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 229. t. 24. 1911.
Acaena frondosibracteata Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 158. 1911.
Acaena glandulifera Bitter subsp. *nordenskjoeldii* Bitter, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 18: 127. 1922.
Acaena glandulifera Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 223. 1911.
Acaena glaucella Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 157. 1911.
Acaena grandistipula Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 206. 1911.
Acaena grossifolia Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 211. 1911.
Acaena hirsuta Phil., Anales Univ. Chile 41: 712. 1872.
Acaena hirta Citerne, Rev. Sci. Nat. Ouest 7(2):43. 1897.
Acaena humilis Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 206. 1911.
Acaena ischnostemon Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 210. 1911.
Acaena krausei Phil. var. *hirsuta* (Phil.) Reiche, Anales Univ. Chile 98: 170. 1897.
Acaena krausei Phil. var. *massonandra* Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 222. 1911.
Acaena krausei Phil. var. *meionandra* Bitter subvar. *glabratula* Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 223. 1911.
Acaena krausei Phil. var. *meionandra* Bitter subvar. *pilosior* Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 223. 1911.
Acaena krausei Phil., Anales Univ. Chile 41: 711. 1872.
Acaena laevigata W.T.Aiton var. *venulosa* (Griseb.) Reiche, Anales Univ. Chile 98: 171. 1897.
Acaena laevigata W.T. Aiton, Hort. Kew. I: 68. 1810.
Acaena longearistata H. Ross, Oesterr. Bot. Z. 57: 449. 1907.
Acaena longisepala Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 195. 1911.
Acaena longistipula Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 204. 1911.
Acaena macrophyes Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 212: 1911.

Acaena macropoda Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 159. 1911.
Acaena macrostemon Hook. f. subsp. *closiana* (Gay) Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 193. 1911.
Acaena macrostemon Hook. f. subsp. *longearistata* (H. Ross) Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 192. 1911.
Acaena macrostemon Hook. f., Fl. Antarct. 1: 269. 1846.
Acaena magellanica (Lam.) Vahl subsp. *venulosa* (Griseb.) Bitter var. *glabrescens* Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 168. 1911.
Acaena magellanica (Lam.) Vahl subsp. *venulosa* (Griseb.) Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 168. 1911.
Acaena magellanica (Lam.) Vahl var. *pygmaea* Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 169. 1911.
Acaena magellanica (Lam.) Vahl var. *venulosa* (Ait.) Citerne, Rev. Sci. Nat. Ouest 7(2): 44. 1897.
Acaena molliuscula Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 196. 1911.
Acaena neglecta Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 183. 1911.
Acaena novemdentata Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 196. 1911.
Acaena obtusiloba Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 182. 1911.
Acaena oligodonta Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 160, f. 30b,c. 1911.
Acaena oligoglochin Bitter var. *dolichoglochin* Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 228. 1911.
Acaena oligoglochin Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 227. 1911.
Acaena parvifoliolata Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 203. 1911.
Acaena petiolulata Phil., Anales Univ. Chile 84: 624. 1893.
Acaena philippii Gand., Bull. Soc. Bot. France 59: 707. 1912.
Acaena plioglochin Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 230. 1911.
Acaena purpureistigma Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 226. 1911.
Acaena rubescens Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 225. t. 22. 1911.
Acaena subflaccida Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 225. 1911.
Acaena subnitens Kalela, Ann. Acad. Sci. Fenn., Ser. A, 54(5): 44, t. 14,15. 1940.
Acaena triglochin Bitter, Biblioth. Bot. 17(74): 194. 1911.
Acaena venulosa Griseb. Syst. Bemerk. 30, 1854.

Icon.: Grondona, E., Darwiniana 13(3-4), págs. 244-246. 1964; Grondona, E., en Correa, Fl. Patagónica 4-b, fig. 446. 1984; D.M. Moore, Fl. Tierra del Fuego, fig. 104. 1983.

Planta perenne de hasta 14 cm de alto, rizoma de ca. 5,5 mm de diámetro, tallo glabro, entrenudos cortos. Hojas oblongas a linear-lanceoladas, de 2,2-12,5 cm de largo, con 5-10 pares de folíolos, obovados, pinnatipartidos, de 6-33 mm de largo base cuneada, glabros a pubescentes, con pelos cortos, delgados, blancos a transparentes, más abundantes en el envés, apéndices estipulares lanceolados, de 3-5 mm de largo, margen irregular, glabrescente. Ramas floríferas terminales, pedúnculos de hasta 22,5 cm de alto, glabros a pubescentes. Inflorescencia capituliforme, de hasta 15 mm de diámetro, brácteas basales, alargadas, de forma irregular, de hasta 6 mm de largo; algunas flores se distribuyen a lo largo del pedúnculo floral, cercanas al ápice. Flor hermafrodita con 4-5 sépalos oblongo-lanceolados, espatulados, de 0,8-2,6 mm de largo, cara interna glabra, brillante, cara externa pubescente, con pelos transparentes, largos. Estambres 3; anteras orbiculares a lanceoladas, de color morado, de 1,2-2 mm de largo, filamentos de 2-3,5 mm de largo. Estilo corto; estigma obovado-lanceolado, laciniado, de color amarillo a morado, de 1-2,5 mm de largo. Flor femenina con estigmas notorios, de 3 mm de largo, estaminodios de 0,5-1 mm de largo. Cupela de flor hermafrodita obcónica, tetrágona, de 4-6 mm de largo, con 4 espinas apicales, raro 3 ó 5, desiguales, de hasta 10 mm de largo, con gloquidios gruesos. Fruto un aquenio, fusiforme, con el extremo apical más agudo, de 2-3,5 x 0,5-1 mm, café rojizo, uniseminado. (Fig. 1a, b, c).

Acaena magellanica es una especie morfológicamente muy variable (Walton & Greene 1971) y se conoce por presentar un amplio rango de anormalidades, tanto en sus partes florales como vegetativas (e.g. flores largamente pediceladas; Walton 1979). Esta variabilidad provocó que se describieran muchos taxa (Bitter 1911; Philippi 1862, 1863, 1872, 1893), lo que generó un gran número de nombres que posteriormente, debido a revisiones más modernas, han pasado a sinonimia (Grondona 1964; Walton 1975).

Distribución geográfica

Esta especie presenta una amplia distribución en el sur de Sudamérica, particularmente en Argen-

tina y Chile, e islas subantárticas, como son Islas Kerguelen, Marion, Crozet, Heard, de los Estados, Prince Edwards, South Georgia, Macquaire y Falkland (Pisano 1984).

En Chile crece a lo largo de todo el país, desde Arica (Puquios - 18°10'S) hasta Magallanes (Caleta Misión, Isla Hoste - 55°15'S). Altitudinalmente, esta especie habita desde áreas a nivel del mar en el sur de su distribución, hasta casi los 4.200 m de altitud en la zona norte (Fig. 1d). Esta especie ha sido mencionada en diversos estudios florísticos realizados en áreas poco estudiadas, debido a su inaccesibilidad (Arroyo *et al.* 1984, 1989, 1992; Pisano & Schlatter 1981). Es interesante notar la ausencia de esta especie en el archipiélago de Juan Fernández, en el cual crecen profusamente *A. ovalifolia* y *A. argentea*, especies con características morfológicas y biológicas muy similares a *A. magellanica* (Johow 1896; Matthei 1995; Skottsberg 1954).

Hábitats

En Chile, en todo el rango de distribución geográfica, esta especie habita generalmente en lugares húmedos, como orillas de cursos de agua, sitios anegados y bordes de turberas (Arroyo *et al.* 1984, 1989, 1992; Teillier *et al.* 1994). Adicionalmente, en Argentina esta especie habita en los bordes de bosques, turberas, mallines y en pampas húmedas (Grondona 1984).

Comunidades

No existen estudios acabados sobre comunidades a lo largo del país, en que se encuentre *A. magellanica*. Sin embargo, un gran aporte lo constituyen los trabajos de Pisano (1974, 1977, 1980) para la zona austral de Chile, específicamente la Región de Magallanes. En su estudio ecológico para la zona de Torres del Paine, Pisano (1974) señala a la especie dentro de la asociación Matorral Pre-Andino, *Escallonietum rubrum*, donde es común; también dentro de la Estepa Patagónica, *Festucetum gracillimae*, formando parte del estrato herbáceo inferior junto con gran variedad de gramíneas. Este autor, además, señala su presencia en el Desierto Andino, dentro de la sección subandina, donde crece en sitios algo húmedos, con acumulación de detritus vegetales, formando céspedes densos bajo un dosel que permite la penetración de un porcentaje elevado de iluminación, encontrándose además entre rocas con marcadas características xerofíticas, formando extensos céspedes donde hay cierta acumulación de humus. Pisano (1980) en su trabajo sobre distribución y vegetación del Archipiélago de Cabo de Hornos, menciona a *A. magellanica* creciendo en costas rocosas y acantiladas a sotavento, siendo parte de la cubierta herbácea, también en quebradas a barlovento, donde crece en un estrato herbáceo ralo y discontinuo, donde el principal componente es *Marsippospermum grandiflorum* que se asocia en variadas proporciones con *Gunnera magellanica*, *Pernettya pumila*, *Iocenes acanthifolius*, *Senecio trifurcatus* y *Luzuriaga marginata*. Pisano (1977), en un estudio fitogeográfico, ubica a *A. magellanica* como componente del estrato basal de la asociación *Festucetum gracillimae* creciendo desde zonas higrófitas a xerófitas, y dentro del Bosque Magallánico en la asociación *Nothofagus betuloides-N. pumilio*.

Cromosomas

De las 20 o más especies de *Acaena* que se conoce el número de cromosomas, *A. magellanica* presenta dos valores:

a) diploide con 2n = 42, que se encuentra en las poblaciones que crecen en la zona de las islas subantárticas, y en las áreas climáticamente parecidas del sureste de Tierra del Fuego.
b) tetraploide con 2n = 84, que corresponde a las poblaciones que crecen solamente en el sur Chile, la región boscosa de Tierra del Fuego y las Islas Falkland o Malvinas (Moore y Walton 1970; Roulet 1981).

Se piensa que la raza de 42 cromosomas sobrevivió a las glaciaciones del Pleistoceno más allá del frente de hielo en el sur de Sudamérica, o en al menos parte de las islas que no fueron afectadas en forma considerable por la glaciación. Luego, se dispersaron a medida que el hielo se retiró, colonizando hacia las zonas boscosas del sur, del mismo que lo hizo la raza de 84 cromosomas (Moore 1972; Roulet 1981).

Fenología

Estudios de floración realizados en South Georgia (Walton 1979) han documentado que la producción de flores estaría determinada por la longitud del fotoperíodo y la duración de la cubierta

de nieve, sugiriéndose que la producción de flores requiere de al menos 13 h de luz/día. La edad de la planta también es un factor importante, al igual que el termoperíodo (Walton 1979).

Sistema reproductivo y biología floral

A. magellanica es una especie ginodioica (Arroyo & Squeo 1989), es decir, las plantas son hermafroditas o femeninas, pero no se encuentran los dos tipos sobre un mismo individuo. No obstante, esta especie también presenta capacidad de reproducción vegetativa (Walton 1976). Las flores sobre el escapo siempre son del mismo tipo que las del capítulo. Algunas plantas presentan caracteres predominantemente masculinos, es decir, con grandes anteras y pequeños estigmas, aunque son poco comunes (Walton 1979). En las flores femeninas, las anteras están abortadas y agrupadas en la base de los estigmas, mientras que los filamentos no se encuentran normalmente elongados. Se han definido tres tipos de estigmas para las especies de *Acaena* (Walton 1971); el tipo X, más largo que ancho, finamente laciniado, el tipo Y de igual largo y ancho, y Z más ancho que largo, ambos con lacinias gruesas, que podrían considerarse un solo tipo. El estigma de las flores femeninas de *A. magellanica* es generalmente más largo que el de las hermafroditas, aunque crezcan dentro de una misma zona. En Sudamérica, las flores hermafroditas de plantas tetraploides de *A. magellanica* poseen el estigma del tipo XY, una mezcla entre los tipos X e Y.

La forma de la inflorescencia puede variar ampliamente dentro de la especie (Walton 1977a). Se han encontrado especímenes que presentan una inflorescencia entre capitada y racemosa, con un pequeño capítulo y una serie de flores solitarias dispuestas espiraladamente en el escapo. También se conocen plantas con un capítulo vertical ovado y capítulos subsidiarios pequeños bien desarrollados, y plantas con capítulos donde las flores son largamente pediceladas (Walton 1979). Estas características se mantienen en la etapa de formación de frutos, donde se pueden presentar cupelas fusionadas (Grondona 1964).

Polinización

Las especies con sexos separados en individuos distintos (e.g., dioicas, ginodioicas, androdioicas, etc.) requieren necesariamente de un agente externo para el transporte de polen. En general, se ha descrito que todas las especies del género *Acaena* presentan polinización anemófila (Heywood 1985).

Híbridos

Se sabe que *A. tenera* es la única especie que hibridiza con *A. magellanica*, dándose este fenómeno sólo en las islas South Georgia (Walton 1971). La falta de hibridización entre *A. magellanica* y otras especies de Sudamérica no es extraña, debido a que probablemente la mayoría de las poblaciones sudamericanas de esta especie son tetraploides (Walton 1979). De hecho, el área en la cual *A. magellanica* y *A. tenera* crecen juntas en Tierra del Fuego, y donde eventualmente pudieran hibridizar, las poblaciones de *A. magellanica* son tetraploides (Walton 1979). La producción de polen viable y la capacidad de germinar de una pequeña cantidad de semillas, todo bajo condiciones de cultivo, sugiere que las poblaciones de híbridos pueden ser mantenidas en un nivel bajo (Walton 1971).

Dispersión de semillas

Los frutos de esta especie están adaptados para ser dispersados por animales (*zoocoría*, Van der Pijl 1982). Las características de la cupela con grandes espinas terminadas en gruesos gloquidios (Fig. 1) permiten al fruto adherirse fuertemente a pelos y plumas de animales (*epizoocoria*), asegurando una muy efectiva dispersión por parte de los animales. Este fenómeno de dispersión es particularmente importante en islas oceánicas, donde las aves marinas actúan como agentes de dispersión. Dentro del continente, la abundancia y distribución de esta especie se debe a la adhesión del fruto a las plumas de aves, al pelo de animales y al ganado doméstico, quienes lo transportan largas distancias (Ridley 1930).

Germinación de semillas

Walton (1977a) ha publicado el único estudio realizado sobre germinación de semillas de esta especie en condiciones de laboratorio. Este autor encontró que la máxima germinación que alcanzan las semillas de esta especies es inferior al 80%. La estratificación en frío (-4°C) estimula la germinación. Sin embargo, la duración del período de estratificación afecta los porcentajes finales, ya que los mejores resultados se obtienen con semillas que han sido estratificadas por 5 semanas. Períodos de estratificación tanto mayores como menores

disminuyen la germinación. Estratificaciones a temperaturas menores (-11°C) aumentan el tiempo que demora en germinar la primera semilla. Los mejores resultados de germinación se obtienen con termoperíodos de 20°/10° C. Termoperíodos mayores (20°/20°C) disminuyen el porcentaje final de germinación, pero disminuyen también el tiempo en que demora en germinar la primera semilla. Las semillas pueden germinar tanto en presencia de luz como en oscuridad, sin embargo la germinación en oscuridad es menor que en presencia de luz.

Establecimiento de plántulas

Walton (1977a) documenta que el establecimiento de plántulas se ve favorecido en suelos minerales. Las irregularidades microtopográficas que presentan este tipo de sustratos proporcionarían micrositios con acumulación de piedras que proveerían mejores condiciones de temperatura, humedad y protección contra el viento. Las plántulas tienen tasas de crecimiento muy rápidas, donde la mayor proporción de crecimiento la presentan las raíces (Walton 1977a).

Respuestas al ambiente

Observaciones de esta especie en las islas South Georgia (Moore 1972) han mostrado que la producción y el tamaño de los capítulos están relacionados tanto a las condiciones ecológicas como a la posición del escapo en el patrón de crecimiento de las especies.

Walton (1977a, 1977b) ha mostrado que la duración de la estación de crecimiento afecta las tasas de crecimiento y producción de hojas por individuos. De un modo similar, la longevidad de las hojas y la senescencia de las mismas es afectada por la duración y calidad de la estación de crecimiento (Walton 1977b).

También se ha documentado que esta especie presenta una notable plasticidad en la forma de crecimiento del rizoma en relación con el grado de pastoreo al que están sometidos los individuos (Moen *et al.* 1999). Los rizomas de plantas ramoneadas tienen internodos más cortos, mayores probabilidades de ramificación y ángulos de ramificación mayores que los rizomas de plantas no ramonedas (*op. cit.*).

Fisiología

No existen trabajos publicados en relación con la fisiología de la especie. Sin embargo, Walton (1976) documenta que el contenido de clorofila en las hojas cambia en forma estacional, alcanzando un máximo durante el verano (enero). Este autor además muestra que, a pesar de la alta variabilidad morfológica que presenta la especie en los diversos ambientes en que crece, la proporción de recursos asignados a fructificación permanece constante (36-39%).

Recientemente, Laursen *et al.* (1997) han encontrado que esta especie forma asociaciones micorrízicas. En particular, se ha observado formación tanto de micorrizas arbusculares como vesiculares en individuos que crecen en la isla subantártica Macquarie (*op. cit.*).

Historia

En *A. magellanica*, aunque en la actualidad presenta una amplia distribución geográfica, se piensa que esta distribución sólo se ha alcanzado durante el Cuaternario, posterior a las glaciaciones pleistocénicas (Walton 1976). Según Wace (1965), *A. magellanica* es considerada una "especie cuaternario/insular", debido a que está presente en el hemisferio sur, principalmente en islas oceánicas, alejadas de los continentes, que sugieren el hecho de haber llegado desde la Antártica durante el Terciario. Sin embargo, Moore (1972) postula que esta especie pudo haberse refugiado durante las glaciaciones en las partes no glaciadas del sur de Sudamérica o en las Islas Kerguelen. Posteriormenmente, la adaptación de sus frutos a ser transportados por animales, especialmente aves que vuelan grandes distancias, habría favorecido su expansión a nuevos territorios a medida que los hielos fueron retrocediendo. La capacidad de reproducirse tanto en forma vegetativa como sexual, y el alto grado de plasticidad morfológica que le permite adaptarse a distintas condiciones microclimáticas serían otros factores claves en el desarrollo del amplio rango de distribución que presenta esta especie en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA

Arroyo, M.T.K., C. Marticorena y C. Villagrán. 1984. La flora de la Cordillera de los Andes en el área de Laguna Grande y Laguna Chica, III Región, Chile. Gayana, Bot. 41(1-2): 3-46, 1 mapa.

Arroyo, M.T.K., C. Marticorena, P. Miranda, O. Matthei, A. Landero & F. Squeo. 1989. Contribution to the high elevation flora of the Chilean Patagonia:

a checklist of species on mountains on an east-west transect in the Sierra de los Baguales, latitude 50°S. Gayana, Bot. 46(1-2): 121-151.

Arroyo, M.T.K. & F. Squeo. 1989. Relationship between plant breeding systems and pollination. *In* Kawano, S. (ed.), Biological Approaches and Evolutionary Trends in Plants. Academic Press, London. 415 pp.

Arroyo, M.T.K., C.P von Bohlen, L. Cavieres & C. Marticorena. 1992. Survey of the alpine flora of Torres del Paine National Park, Chile. Gayana, Bot. 49: 47-70.

Bitter, G. 1911. Die Gattung *Acaena*. Vorstudien zu einer Monographie. Biblioth. Bot. 17(74): i-ii, 1-336, 37 lám.

Grondona, E. 1964. Las especies argentinas de *Acaena* (Rosaceae). Darwiniana 13(2-4): 209-342.

Grondona, E. 1984. Rosaceae, en M.N.Correa (ed.). Flora Patagónica, parte 4-b: 48-88.

Heywood, V.H. 1985. Flowering plant of the world. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 336 pp.

Johow, F. 1896. Estudios sobre la flora de las Islas de Juan Fernández. Santiago. xi. 289 pp., 18 lám., 2 mapas.

Laursen, G.A., R. Treu, R.D. Seppelt & S.L. Stephenson. 1977. Mycorrhizal assessment of vascular plants from subantarctic Macquaire Island. Arct. Alp. Res. 29: 483-491.

Marticorena, A.E. 1996. Revisión del género *Acaena* Mutis ex L. (Rosaceae) en Chile. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, 124 pp.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Imp., Santiago. (i), 545 pp.

Moen, J., P.K. Ingvarsson & D.W.H. Walton. 1999. Estimates of structural complexy in clonal plant morphology: comparisons of grazed and ungrazed *Acaena magellanica* rhizomes. Can. J. Bot. 77: 869-876.

Moore, D.M. 1972. Connections between Cool Temperate Floras, with Particular Reference to Southern America. *In*: Taxonomy, Phytogeography and Evolution. Valentine, D.H. (ed.). Academic Press, London. 115-138.

Moore, D.M. 1983. Flora of Tierra del Fuego. Oswestry, Saint Louis. ix, 396 pp., 8 lám.

Moore, D.M. & D.W.H. Walton. 1970. Chromosomes numbers of *Acaena* from South Georgia. Br. Antarct. Surv. Bull. 23: 101-103.

Philippi, R.A. 1862. Descripción de unas plantas recogidas en el verano pasado en la provincia del Maule i en Chillán por don Jerman Volckmann. Anales Univ. Chile 221: 442-450.

Philippi, R.A. 1863. Catálogo de las plantas recogidas, en G.E. Cox: Viaje a las regiones septentrionales de la Patagonia. Anales Univ. Chile 23: 448-474.

Philippi, R.A. 1872. Descripciones de las plantas nuevas incorporadas últimamente en el herbario chileno. Anales Univ. Chile 41: 663-746.

Philippi, R.A. 1893. Planta nuevas chilenas de las familias Rosáceas, Onagrariáceas i demás familias del tomo II de Gay. Anales Univ. Chile 84: 619-634.

Pisano, E. 1974. Estudio ecológico de la región continental sur del área andino-patagónica. II. Contribución a la fitogeografía de la zona del parque Nacional Torres del Paine. Anales Inst. Patagonia 5(1-2): 59-104.

Pisano, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52 y 56° S. Anales Inst. Patagonia 8: 121-250, 1 mapa.

Pisano, E. 1980. Distribución y características de la vegetación del archipiélago del Cabo de Hornos. Anales Inst. Patagonia 11: 191-224.

Pisano, E. 1984. Relaciones circumantárticas de la flora vascular del archipiélago del Cabo de Hornos. Anales Inst. Patagonia 15: 5-24, 1 tabla.

Pisano, E. y R.P. Schlatter. 1981. Vegetación y flora de las islas Diego Ramírez (Chile). I. Características y relaciones de la flora vascular. Anales Inst. Patagonia 12: 183-194.

Ridley, H.N. 1930. The dispersal of plants throughout the world. L. Reeve & Co. Ltm. London. 744 pp.

Roulet, M. 1981. Contribution à l'etude du genre *Acaena* L. (Rosaceae) danns les Andes argentines et chiliennes. Bull. Soc. Neuchateloise Sci. Nat. 104: 145-151.

Skottsberg, C. 1954. Notas sobre la vegetación de las Islas de Juan Fernández. Revista Univ. (Santiago) 38(1): 195-207, 16 lám.

Teillier, S., A. Hoffmann, F. Saavedra y L. Pauchard. 1994. Flora del Parque Nacional El Morado (Región Metropolitana, Chile). Gayana, Bot. 51(1): 13-47.

Van der Pijl, L. 1982. Principles of Dispersal in Higher Plants. Springer-Verlag, Berlin. 214 pp.

Wace, N.M. 1965. Vascular Plants. *In*: Biogeography and Ecology of Antarctica, J. van Mieghem and P. van Oye (eds.). W. Junk Publications: 201-266.

Walton, D.W.H. 1975. Taxonomic notes on South American species of genus *Acaena* L. (Rosaceae). Darwiniana 19(2-4): 500-509.

Walton, D.W.H. 1976. Dry matter production in *Acaena* (Rosaceae) on a subantarctic island. J. Ecol. 64 (2): 339-415.

Walton, D.W.H. 1977a. Studies on *Acaena* (Rosaceae): I. Seed germination, growth and establishment. Br. Antarct. Surv. Bull. 45: 29-40.

Walton, D.W.H. 1977b. Studies on *Acaena* (Rosaceae): II. Leaf production and senescence in *Acaena magellanica* (Lam.) Vahl. Br. Antarct. Surv. Bull.45: 93-100.

Walton, D.W.H. 1979. Studies on *Acaena* (Rosaceae): III. Flowering and Hybridization on South Georgia. Br. Antarct. Surv. Bull. 48: 1-13.

Walton, D.W.H & S.W. Greene. 1971. The South Georgia species of *Acaena* and their probable hybrid. Br. Antarct. Surv. Bull. 25: 29-44.

Fecha de publicación: 15.10.2000

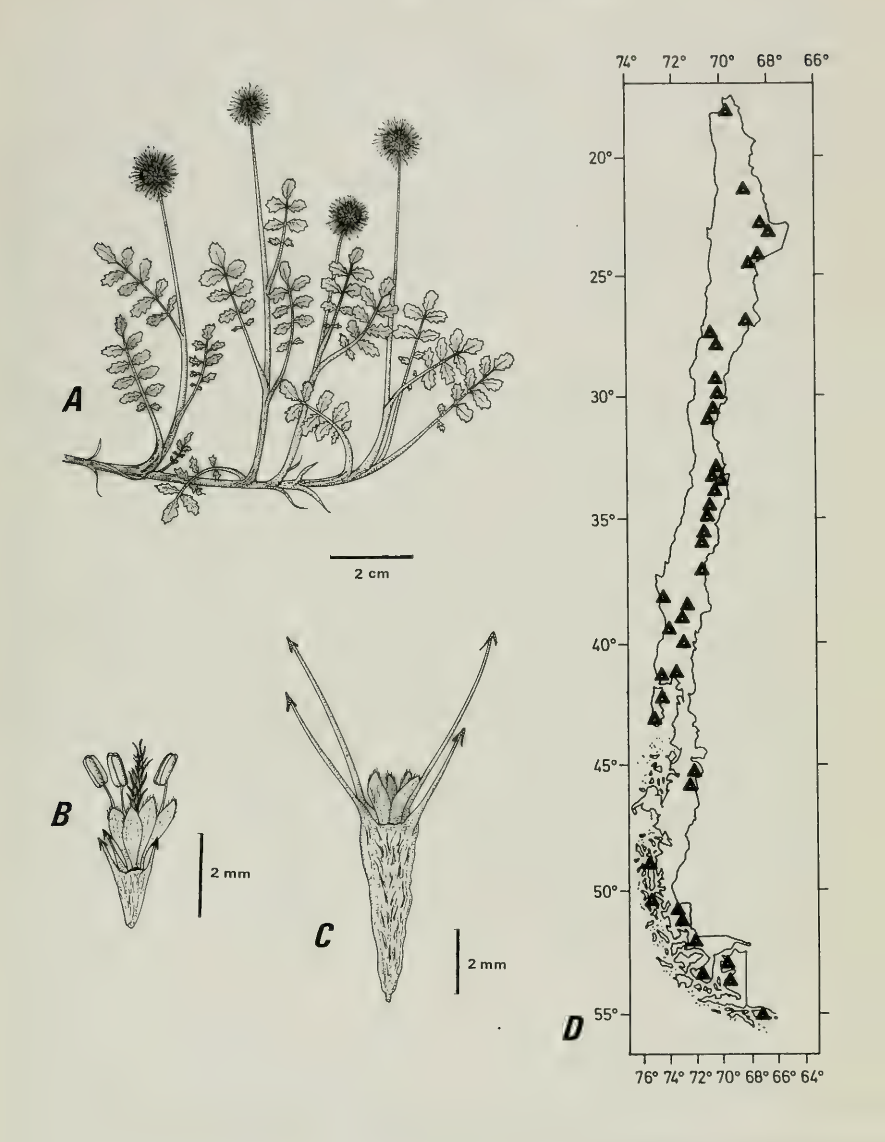


Figura 1. **A.** Hábito de *Acaena magellanica* (Lam.) Vahl. **B.** Flor. **C.** Cupela. **D.** Distribución geográfica de *Acaena magellanica* en Chile (datos obtenidos de Marticorena 1996).

Figure 1. **A.** Habit of *Acaena magellanica* (Lam.) Vahl. **B.** Flower. **C.** Cupela. **D.** Geographical distribution of *Acaena magellanica* in Chile (data from Marticorena 1996).

NUEVOS TAXA Y COMBINACIONES PUBLICADOS EN ESTE VOLUMEN

ANGIOSPERMAE

Alstroemeriaceae

Alstroemeria lutea M.Muñoz, sp. nov. 55
Alstroemeria achirae M.Muñoz et Brinck, sp. nov. 56
Alstroemeria werdermannii Ehr.Bayer var. *flavicans* M.Muñoz, var. nov. 57
Leontochir ovallei Phil. var. *luteus* M.Muñoz, var. nov. 58

Tropaeolaceae
Tropaeolum hookerianum Barnéoud subsp. *austropurpureum* J.M.Watson et A.R.Flores, subsp. nov. 62
Tropaeolum hookerianum Barnéoud subsp. *pilosum* J.M.Watson et A.R.Flores, subsp. nov. 63

CORRIGENDA A GAYANA BOTÁNICA 57(SUPLEMENTO), 2000

pág. 28 dice 30-40 mm debe decir 30-40 µm
12-20 mm debe decir 12-20 µm

REGLAMENTO DE PUBLICACION DE LA REVISTA GAYANA BOTANICA

La Revista Gayana Botánica, dedicada al naturalista francés Claudio Gay, es el órgano oficial de Ediciones de la Universidad de Concepción, Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en las áreas de la botánica. Su aparición es periódica de un volumen anual compuesto por dos números. La revista recibe trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, elaborados según las normas del presente Reglamento; la recepción es permanente. Acepta trabajos escritos en español e inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al editor. No se aceptarán trabajos (fitoquímicos, ecológicos, citológicos, etc.) que no estén respaldados por materiales depositados en herbarios estatales o institucionales de fácil acceso a la comunidad científica. Gayana Botánica recibe además libros para ser comentados, comunicaciones de eventos científicos y obituarios, publicados sin costo, luego de ser aceptados por el Comité Editor. Los trabajos deberán ser entregados en un original y dos copias, con las páginas numeradas, incluyendo lecturas de figuras, tablas, fotos y otros textos adicionales. También deberá entregarse un disco de computador con el texto completo, formateado para computadores convencionales. Los manuscritos se enviarán a pares para su evaluación; el editor de la revista, asesorado por el Comité Asesor Técnico, se reserva el derecho de rechazar un trabajo.

Títulos y autores

El título principal debe ir todo escrito en mayúsculas en castellano y en inglés, sin subrayar, y debe expresar el contenido real del trabajo. Los nombres de los autores deben escribirse en mayúsculas y minúsculas. A continuación se colocará el lugar de trabajo y dirección del o los autores.

Texto

En la presentación del texto se aconseja seguir el siguiente orden: RESUMEN, ABSTRACT, PALABRAS CLAVES, KEYWORDS, INTRODUCCION, MATERIALES Y METODOS, RESULTADOS, DISCUSION Y CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS Y BIBLIOGRAFIA. Si por alguna circunstancia especial el trabajo debe ser publicado en forma diferente al orden anterior, el autor deberá exponer su petición al director. Los nombres científicos y las locuciones latinas serán las únicas que irán en *cursiva* en el texto. La primera vez que se cita un taxón de nivel específico o inferior, deberá hacerse con su nombre científico completo, incluyendo autor; las abreviaturas de los nombres de los autores se harán de acuerdo a las propuestas por R.K. Brummitt y C.E. Powell (eds.), Authors of plants names. Kew. 1992. Los párrafos se escribirán sin sangría y un espacio entre un párrafo y otro. En lo posible evitar las palabras subrayadas, si es necesario destacar algo utilizar **negrita**. Los nombres científicos cuando encabezan un párrafo irán en ***negrita cursiva.*** Las medidas se expresarán en unidades del sistema métrico, separando los decimales con coma (0,5) o con punto (0.5) si el texto es en inglés. Las citas en el texto deben incluir nombre del autor y año, sin coma entre autor y año (ejemplo: Smith 1952); si hay más de una fecha se separarán con comas (ejemplo: Smith 1952, 1956, 1960). Si hay dos autores se citarán separados por & (ejemplo: Gómez & Sandoval 1945). Si hay más de dos autores, sólo se citará el primero seguido de la expresión *et al.* (ejemplo: Stuessy *et al.* 1991). Si hay varios trabajos de un autor(es) en un mismo año, se citará con una letra en secuencia adosada al año (ejemplo: 1952a, 1952b, 1954). La BIBLIOGRAFIA incluirá sólo las referencias citadas en el texto, ordenadas alfabéticamente por el apellido del primer autor, sin número que lo anteceda y sin sangría. Los nombres de los autores se escribirán en mayúsculas, colocando un punto antes y después del año de publicación (ejemplo: SMITH, J.G. & A.K. COLLINS. 1983.). Las abreviaturas de títulos de revistas se escribirán de acuerdo al B-P-H y B-P-H/S (Botanico-Periodicum-Huntianum y Botanico-Periodicum-Huntianum/Suplementum). Para las referencias que son volúmenes siga los siguientes ejemplos: Revista Biol. Mar. 4(1): 284-295; Taxon 23:148-170. Para las abreviaturas de títulos de libros se recomienda usar las propuestas en Taxonomic Literature (Stafleu & Cowan 1976-1988).

Estudios taxonómicos

La nomenclatura se regirá por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. La cita bibliográfica de los taxa y su sinonimia deberá escribirse así: *Lapageria rosea* Ruiz et Pav., Fl. Peruv. Chil. 3: 65. 1802. *Lobelia bridgesii* Hook. et Arn., J. Bot. (Hooker) 1: 278. 1834. En los nombres científicos, los nombres de autores con iniciales se escribirán sin espacio entre las iniciales y el apellido (ejemplo: I.M.Johnst.). Las claves se confeccionarán siguiendo el tipo indentado. En el MATERIAL ESTUDIADO de los taxa se sugiere el orden siguiente en la mención de los datos: País (en mayúscula); Región; Provincia (Prov.); localidad; fecha; apellido del colector y número; sigla del herbario donde está depositado el material (en mayúscula y entre paréntesis). Ejemplo: CHILE, III Región, Prov. Huasco, camino de Vallenar a San Félix, km 45, 1.280 m. 24-VII-1984. PEREZ & ROJAS 693 (CONC);... Si la cantidad de especies tratadas es considerable, al final del texto deberá incluirse un índice de nombres científicos y un índice de colectores.

Figuras

Los dibujos y fotografías se numerarán en orden correlativo con números árabes. Los dibujos deben ser de alto contraste, con líneas de grosor apropiado para las reducciones y llevar una escala de comparación para la determinación del aumento. Las fotografías serán en blanco y negro o en color, brillantes, de grano fino y buen contraste y deben ser acompañadas de una escala de comparación para la determinación del aumento. La inclusión de fotografías y dibujos en color se consultará previamente al editor de la revista. No se aceptarán fotografías y dibujos agrupados en la misma lámina. Las fotografías deben ser recortadas tratando de eliminar espacios superfluos y montadas en cartulina blanca, separadas por 2-3 mm cuando se disponen en grupos. Las láminas originales no deberán tener más del doble del tamaño de impresión incluido el texto explicativo y deben ser proporcionales al espacio de la página (145 x 210 mm). Se recomienda considerar las reducciones para los efectos de obtener los números de figuras de similar tamaño dentro del trabajo. En el reverso de las láminas originales anote el nombre del autor, título del trabajo y número de figuras. En la copia impresa el autor indicará en forma clara y manuscrita la ubicación aproximada de las figuras. Al término del trabajo se agregarán en forma secuencial las explicaciones de cada una de las figuras.

Tablas

Las tablas se numerarán en orden correlativo con números romanos y llevarán un título descriptivo en la parte superior. Reducir al mínimo el uso de tablas o cuadros complicados y difíciles de componer.

Nota

Los manuscritos que no cumplan con esta reglamentación serán devueltos a los autores antes de incorporarlos al proceso de revisión. El valor de la publicación es de US$ 20,00 por página con láminas en blanco y negro y de US$ 35,00 por página con láminas en color. El autor recibirá 50 separatas de su trabajo. El director de la revista considerará la exención total o parcial del valor de publicación para trabajos no originados en proyectos de investigación.

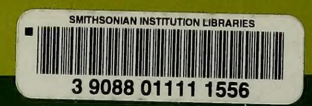
Cont...CONTENIDO/CONTENTS

Rodríguez, R.; A. Urbina y S. Valenzuela. Estudios anatómicos en *Pinguicula chilensis* Clos (Lentibulariaceae) 101
Anatomical studies in *Pinguicula chilensis* Clos (Lentibulariaceae)

Baeza, C.M.; J. Grau, E. Vosyka, T.F. Stuessy y H. Weiss. Recuentos cromosómicos en especies de *Hypochaeris* L. (Asteraceae) de Chile 105
Chromosomal reports of *Hypochaeris* L. (Asteraceae) species from Chile

FLORA BIOLOGICA DE CHILE

N°1: Marticorena, A.E. y L.A. Cavieres. *Acaena magellanica* (Lam.) Vahl (Rosaceae) 107
Acaena magellanica (Lam.) Vahl (Rosaceae)



ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 57 NUMERO 1 2000

CONTENIDO/CONTENTS

ARTICULO INVITADO / INVITED ARTICLE

Körner, Ch. El cambio global y los ecosistemas de alta montaña 1
The alpine life zone under global change

ARTICULOS / ARTICLES

Rivera, P. Indice bibliográfico de las diatomeas (Bacillariophyceae) de Chile 19
Bibliographic index on diatoms (Bacillariophyceae) from Chile

Pereira, I.; G. Reyes y V. Kramm. Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae y Charophyceae en arrozales de Chile 29
Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae and Charophyceae in chilean rice paddies

Muñoz, M. Novedades en la familia Alstroemeriaceae 55
Novelties in the Alstroemeriaceae family

Watson, J.M. y A.R. Flores. Dos nuevas subespecies de *Tropaeolum* (Tropaeolaceae) de la IV Región (Coquimbo) de Chile 61
Two new subspecies of *Tropaeolum* (Tropaeolaceae) from the IV Region (Coquimbo), Chile

Gómez-Sosa, E. Las especies argentinas de *Crotalaria* (Leguminosae - Crotalarieae): novedades, descripciones y clave 67
Species of *Crotalaria* (Leguminosae-Crotalarieae) from Argentina: new reports, descriptions and key

Cavieres, L.A. Variación morfológica de *Phacelia secunda* J.F. Gmel. (Hydrophyllaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en Chile central 89
Morphological variation of *Phacelia secunda* J.F. Gmel. (Hydrophyllaceae) along an altitudinal gradient in central Chile

COMUNICACIONES BREVES / SHORT COMMUNICATIONS

Faúndez, L. y J.H. Macaya. Nuevos registros para la flora de Chile: *Magallana porifolia* Cav. (Tropaeolaceae), *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg. y *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub (Alliaceae) 97
New records for the flora of Chile: *Magallana porifolia* Cav., *Tristagma ameghinoi* (Speg.) Speg. and *Tristagma patagonicum* (Baker) Traub



Dirigir correspondencia a:

Comité de Publicación
Revista Gayana
Casilla 160-C
Concepción, Chile
E-mail: gayana@udec.cl

EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCION